00087775

Digitized with financial assistance from the
Government of Maharashtra
on 15 March, 2016

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

QUATRIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

COMPRENANT

LA ZOOLOGIE, LA BOTANIQUE

L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE COMPARÉE DES DEUX RÈGNES

ET L'HISTOIRE DES CORPS ORGANISÉS FOSSILES

RÉDIGÉES

POUR LA ZOOLOGIE

PAR M. MILNE EDWARDS

POUR LA BOTANIQUE

PAR MM. AD. BRONGNIART ET J. DECAISNE

87775

QUATRIÈME SÉRIE

BOTANIQUE

TOME XIII

PARIS

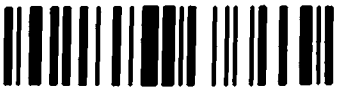
LIBRAIRIE VICTOR MASSON ET FILS

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

1860

Fo 581.1
Boo/Ann
87775

00087775



ANNALES

DES

SCIENCES NATURELLES

PARTIE BOTANIQUE

DE QUELQUES SPHÉRIES FONGICOLES,

A PROPOS

D'UN MÉMOIRE DE M. ANTOINE DE BARY SUR LES *NYCTALIS* (1),

Par MM. TULASNE (2).

I

S'il est vrai, comme on paraît le reconnaître, que la mycologie soit aujourd'hui dans un état de transition, et que des parties très étendues de son domaine exigent impérieusement de nouvelles études, les observateurs qu'elle réclame devront non-seulement avoir à cœur de mettre à profit les faits récemment acquis à la

(1) Voy. la *Botan. Zeitung* de Berlin des 18 et 25 novembre 1859 (t. XVII, p. 385 et suiv., pl. XIII, fig. 1-19).

(2) La première partie de cette Note est empruntée des *Comptes rendus de l'Académie des sciences* de Paris, dans lesquels elle a été publiée (t. L, p. 16-19), au commencement du mois de janvier dernier. L'analyse succincte qui en fut donnée aussitôt par le journal *l'Institut* (t. XXVIII, n° 1357, p. 1-2), a été depuis traduite dans la *Botanische Zeitung* de MM. de Mohl et de Schlechtendal (t. XVIII, p. 148; n° 16, du 20 avril 1860).

science, de les vérifier et d'en accroître le nombre par des recherches scrupuleuses, mais encore user d'une telle prudence, que, tout en ne craignant pas de formuler au besoin les conséquences légitimes que ces faits renferment, ils aient néanmoins grand soin de ne jamais conclure prématurément, soit d'observations encore imparfaites, soit de circonstances susceptibles d'interprétations diverses. Cette circonspection est devenue d'autant plus indispensable, que la voie nouvelle dans laquelle est entrée la science des Champignons expose l'observateur à de plus graves méprises. Chaque jour, en effet, confirme davantage notre thèse, à savoir l'existence habituelle, normale, de plusieurs sortes de spores (graines) et d'appareils reproducteurs dans la même espèce fongine (1); d'où il suit naturellement que l'histoire des Champignons est infiniment plus complexe que nos maîtres ne la supposaient, et que les progrès récents faits dans leur étude nous ont surtout montré combien nous étions éloignés de les connaître réellement. C'est dire qu'il arrive pour la mycologie ce que tour à tour constate chacune des sciences dont l'objet est la connaissance des œuvres de Dieu. On serait donc mal fondé, soit à regretter ces progrès parce qu'ils rendent dorénavant notre tâche plus pénible, soit à nier et à repousser sans examen des faits avérés, dans le but d'écarter des difficultés nouvelles et importunes; car il n'est pas plus permis de fermer les yeux à la lumière d'une science sainement acquise, que d'attenter à l'admirable économie qui gouverne toute créature vivante, en façonnant les êtres à l'étroite mesure de notre esprit. Ces réflexions, bien élevées peut-être pour notre humble sujet, nous semblent néanmoins s'y rattacher naturellement, et en tout cas les principes et les intérêts d'un ordre général qu'elles voudraient défendre ne sauraient voir leur importance amoindrie par la petitesse ordinaire des productions qui nous fournissent l'occasion de les rappeler. Si l'on considère, en effet, l'effrayante multitude des Champignons répandus à la surface de la terre et le rôle redoutable auquel ils sont trop souvent appelés,

(1) Voy. les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* de Paris, séance du 31 mars 1851, ou les *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XV, p. 375.

on conviendra sans peine, avec M. Ehrenberg (1), que ces végétaux sont aussi des hôtes importants de ce monde, *orbis cognoscendi graves incolæ ;* et cette conclusion répugnera d'autant moins à un naturaliste véritable, que plusieurs des questions générales relatives aux êtres organisés paraissent à bon droit devoir être étudiées de préférence, c'est-à-dire avec plus de fruit, chez les moins élevés en dignité, là où une structure plus simple laisse mieux saisir les phénomènes de la vie, malgré l'obscurité métaphysique qui les enveloppe toujours. Des motifs moins nombreux suffiraient encore à concilier aux Champignons un intérêt sérieux et à justifier les botanistes qui s'appliquent à leur étude.

M. le professeur Ant. de Bary partage ce sentiment ; aussi devons-nous à ses recherches non-seulement de nombreux travaux sur les Algues, mais encore d'importants mémoires de mycologie, et spécialement une histoire approfondie du groupe paradoxal des Myxomycètes, qui sembleraient par leurs caractères étranges un ordre nouveau d'êtres intermédiaires entre les animaux et les plantes (2). M. de Bary aurait-il été aussi heureux dans ses observations sur les *Nyctalis ;* c'est ce sur quoi il est permis de conserver des doutes que nous nous hasardons à lui soumettre.

Si imparfaits que soient certains animaux parasites, tels que les larves ou premiers rudiments de plusieurs vers intestinaux, le zoologiste est rarement exposé à les méconnaître et à les prendre pour une dépendance naturelle des tissus, au sein desquels ils se rencontrent. Il en est parfois autrement des parasites végétaux. Sans doute que le Gui, les *Loranthus* ou les *Misodendron* ne seront jamais confondus avec les arbres qui les portent ; les Orobanches ou les Cuscutes seront aussi toujours distinguées des plantes qu'elles épuisent ; mais plus d'une Rhizanthée, telle que le *Pilostyles* et ces gigantesques *Rafflesia*, qu'une fleur semble constituer tout entiers, aura vraisemblablement passé bien des fois pour la fleur même du végétal nourricier. Cette confusion est sur-

(1) Voy. sa dissertation célèbre *De Mycetogenesi*, dans les *Nov. Act. Acad. nat. Cur.*, t. X, part. II, p. 162.

(2) Voy. la *Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, t. X (1859).

tout facile chez les Champignons, dont la nature a été si longtemps méconnue, ou soumise à tant d'interprétations bizarres. A propos des *Guêpes* ou *Mouches végétantes* des Caraïbes et du *Ver-Plante* des Chinois, c'est-à-dire de ces exemples curieux du parasitisme de certains *Fungi* sur les insectes, Needham et d'autres auteurs n'ont-ils pas identifié le Champignon avec sa victime, et cru reconnaître des êtres ambigus passant alternativement de la vie animale à la vie végétale? A une époque beaucoup moins éloignée de nous, M. Unger a voulu voir dans les Urédinées des productions morbides et exanthématiques, de telle sorte qu'à son sens leurs prétendus organes ne seraient que des parties diversement altérées des tissus végétaux qui les contiennent. M. Fries lui-même refuse à la plupart des Champignons entophytes la qualité de plantes véritables et autonomes. Mais de tous les Champignons parasites, les plus difficiles à distinguer de leur hôte sont sans contredit ceux qui vivent aux dépens d'autres Champignons. M. de Bary a rencontré des parasites de cette nature en s'occupant des *Nyctalis*.

Le type du genre *Nyctalis* de M. Fries est l'*Agaricus parasiticus* de Bulliard, Champignon qui nourrit très habituellement dans son parenchyme un autre Champignon parasite, l'*Asterophora agaricicola* Cord. (*Asterotrichum Ditmari* Bonord.). Son aspect est alors assez changé pour qu'il ait été méconnu, même par Bulliard et salué par lui d'un nom différent du premier, du nom d'*Agaricus lycoperdoides*. Cette erreur a été renouvelée par Ditmar et accrue par M. Fries, qui s'est imaginé trouver dans l'*Agaricus lycoperdoides* Bull., matière à plusieurs espèces différentes. Plus tard cependant MM. Vittadini, Corda, Klotzsch, Berkeley et d'autres auteurs ont judicieusement reconnu deux entités végétales distinctes dans l'*Agaricus lycoperdoides* Bull., et nous nous rangions à leur avis (1). M. de Bary, au contraire, non-seulement revient à l'opinion de Bulliard en distinguant l'*Agaricus lycoperdoides* Bull., de l'*Agaricus parasiticus* Bull.; mais il soutient que l'*Asterophora* (*Asterotrichum* Bonord.), dont la présence, suivant nous, différencie seule le premier du second, loin d'être une production

(1) Voy. les *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XX (1853), p. 27, note 2.

étrangère, un végétal parasite, n'est rien moins qu'un appareil secondaire de reproduction propre à cet *Agaricus lycoperdoides* Bull. (*Nyctalis asterophora* Fr.; Bary). Il étaye son opinion de ce que l'*Agaricus parasiticus* Bull. possède, dit-il, lui aussi, un appareil analogue; de ce que chez l'un comme chez l'autre Agaric cette fructification subsidiaire est extrêmement constante et toujours disposée de la même manière. Mais il avoue qu'elle exclut l'appareil reproducteur normal ou principal, très fréquemment chez l'*Agaricus lycoperdoides* Bull., et toujours, ce semble, chez l'*Agaricus parasiticus* Bull.; il reconnaît, en outre, qu'elle se traduit par des spores tout à fait comparables à celles de certains Champignons fongicoles, tels que les *Sepedonium*, dont il ne saurait mettre en doute l'autonomie et la nature parasite. M. de Bary ne nie pas davantage qu'il ne soit habituellement très difficile de discerner sûrement, même par l'examen microscopique le plus minutieux, ce qui, en pareil cas, appartient au parasite de ce qui constitue le tissu hospitalier. Cette incertitude, et plus encore des raisons multiples d'analogie, infirment les conclusions de l'observateur allemand. Si l'*Asterophora agaricicola* Cord. a tant de ressemblance avec les *Sepedonium*, ne serait-il pas aussi bien qu'eux un parasite autonome plutôt qu'une portion intégrante de l'*Agaricus lycoperdoides* Bull.; et l'appareil reproducteur supposé de l'*Agaricus parasiticus* Bull. ne pourrait-il pas être lui-même une autre sorte de *Sepedonium?* On objecte qu'ils se développent toujours à la même place, dans le même temps, et qu'on ne les rencontre pas chez d'autres Agarics; mais tous ces caractères ne sont-ils pas aussi ceux de plusieurs parasites déclarés des Agarics, du *Sphæria lateritia* Fr., par exemple, qui ne croît que dans l'*hymenium* de l'*Agaricus deliciosus* L., où il détermine un avortement presque complet des lamelles? D'ailleurs la prétendue fructification secondaire de l'*Agaricus parasiticus* imite trop, d'une part, l'*Asterophora*, et de l'autre certains *Sepedonium* fréquemment parasites des Bolets, pour ne pas nous enlever toute créance à la thèse de M. de Bary. A notre sens, il faudra chercher ailleurs la preuve que les Agarics peuvent offrir une double fructification.

Des observations multipliées nous ont convaincus, à n'en pas

douter, que l'*Asterophora* et les autres *Sepedonium* ou *Mycogene* appartiennent à autant d'espèces particulières de Sphéries du genre des *Hypomyces* Fr., pour lesquelles ils constituent chacun un appareil doublement conidifère, car rien, que nous sachions, n'est venu contredire la légitimité des associations que nous avons proposées le 22 octobre 1855 dans un premier travail sur ces productions. (Voy. les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLI, pp. 615-618.)

III

Si donc nous sommes fondés dans l'appréciation que contiennent les pages précédentes, M. de Bary, en identifiant l'*Asterophora agaricicola* Cord. avec le *Nyctalis* qui le porte, ne se serait guère moins mépris, il nous en coûte de le dire, que feu le docteur Wallroth qui, ayant un jour rencontré le *Peziza hemisphærica* Wigg. (*P. Labellum* Bull., *Champ.*, pl. 204) habité par l'*Asterophora Pezizæ* Cord., ne sut point distinguer le parasite de son hôte, et prit l'un et l'autre pour une seule et même production qu'il décrivit plus tard sous le nom de *Stephanoma strigosum* (Voy. son *Compend. Fl. Germ.*, 2e part., p. 269, n° 1820). Ceci rappelle encore l'erreur dans laquelle Paulet était autrefois tombé, car Persoon remarque, avec raison, que le *Cèpe soufré* de cet auteur n'est pas autre chose qu'un Bolet farci de *Mycobanche chrysosperma* Pers. (*Sepedonii sp.* Fr.) (1).

Les recherches que nous avons continuées, aussi assidûment que possible, depuis notre communication à l'Académie des sciences, nous permettent de donner aujourd'hui une diagnose du genre *Hypomyces*, fondée sur l'étude d'un nombre d'espèces suffisant déjà, nous l'espérons, pour lui valoir quelque crédit auprès des mycologues. Nous souhaiterions du moins que le lecteur, et M. de Bary surtout, y vissent comme nous la justification de nos assertions.

(1) Voy. Paulet, *Traité des Champ.*, t. II, (1793), p. 391 et 392, pl. 183, fig. 1-2 (*Tubiporus sulphuratus* Paul.); et Persoon, *Champign. comestib.* (1818), p. 133 et 134.

HYPOMYCES Fr. (subgenus *Hypocrearum*, inter Sphæriaceos fungos, *S. Veg. Sc.*, p. 383.)

Mycelium byssinum, achroum v. fucatum, in fungis e variis ordinibus parasiticum (primitus saltem), modo parcum aut in matrice latens, modo abundans palamque late effusum. Conidiorum genus duplex; alia, nobis microconidia v. conidia proprie dicta (quæ varia sistunt *Verticillia*, *Botrytides*, *Trichothecia*, *Fusisporia*, *Cladotricha* aut *Sporotricha* Auct.), copiosissima, achroa, ovata, ellipsoidea v. cylindrica, simplicia aut septata, levia, acrogena, primum catenata fasciculata v. solitaria, et cum seruntur germina varia (ipsa cito, et quidem bifariam, conidifera) exserentia; alia (quæ *Asterophoras*, *Sepedonia*, *Mycogenas*, *Asterotricha*, *Stephanomata* ac consimilia Auctor. discriminant, et *chlamydosporæ* apud cl. Ant. a Bary dicuntur), sæpius parciora, vulgo autem multo crassiora, varie fucata, echinata, rarius levia, acro- vel mesogena, ex utriculis paucis inæqualibus in seriem aut in globum sociatis facta, quandoque simplicia, germinaque, tempore et loco faventibus, item protrudentia. Perithecia exigua, globosa, in papillam v. rostellum breve rectum et apicale producta, glabra v. parce piligera, nunc in matrice v. hyphasmate natali immersa, nunc contra emersa tuncque sessilia, singula ex parietibus tenuibus subcarnosis mollibus tandemque rugato-collapsis; asci longe et anguste lineares v. obovati, octospori, rarius 2-4-spori, vulgoque paraphysibus sinceris destituti; sporæ oblique monostichæ, lanceolatæ, oblongo-lanceolatæ aut ellipticæ, sæpius utrinque acutæ, imo breviter apiculatæ, rarius obtusæ, leves, plasmate granoso refertæ, plerumque biloculares et nonnihil inæquilaterales, debitoque tempore in cirrhos exiguos, deformes et pallidos eructatæ.

Stirpes hujus generis quas ex autopsia novimus sequuntur.

1-3. *Hypomyces lactifluorum* et *H. hyalinus* Schw. (sub *Sphæria*. —Herb. Mus. Par.) qui cum *H. lateritio* Fr. habitu et crescendi ratione congruunt. Nostratis *Hypomycetis lateritii* Fr. quem e pinetis Pictonum, amicissimi nostri Sosthenis a Lacroix, presbyteri, gratia, iteratis vicibus

vivum habuimus (autumno), conidia omnia consimilia, sphærica, perexigua, levia, achroa, parcissimaque deprehenduntur.

4-5. *Hypomyces aurantius* Pers. (sub *Sphæria*) et *H. australis* Mntgn. (sub *Nectria*), uterque (chilenis speciminibus in Mycotheca Musæi parisiensis contentis, aperte monstrantibus) bysso copioso et peritheciis nudis instratis donatus. Conidia proprie dicta late elliptica, simplicia aut bilocularia, in priore vidimus.

6. *Hypomyces armeniacus* ┼, mycelio mucedineo, floccoso vel byssino, niveo, tandem araneoso et evanido; conidiis ovatis vel obovatis et continuis, rarius ellipticis aut elliptico-oblongis septoque medio bipartitis, solitarie geminatim ternatimve acrogenis (fulcris aciculatis et verticillatis); macroconidiis s. chlamydosporis crassis, oblongo-ellipticis, sessilibus vel breviter stipitatis, de more autem solitariis, 2-4-locularibus, torosis, granulato-asperis, ex albo sordide et saturate lateritio-violaceis; peritheciis globosis, breviter papillatis, armeniacis et in stromate dilute vitellino crassoque, mycelii floccis rarefactis superstite, partim demersis; ascis longe linearibus; sporis octonis, lanceolatis, bipartitis, breviter utrinque apiculatis et pulverem candidum efficientibus (eructatis). — Hospitatur primum in *Russulis* variis, *Agarico adusto* Pers., *Lactario camphorato* Fr., etc., in terra autem et quisquiliis perfectiores edit fructus. Julio et augusto in sylvis agri versaliensis nobis obvius est; conidiophorus frequens est et *Botrytidem agaricinam* Lk. (*Verticillium agaricinum* Cordæ) tunc sistit; ascophorus vero longe rarior occurrit. Mycelio conidifero evanescenti sæpissime supersunt sclerotia globosa, minima (inermi enim oculo pleraque ægre conspicua) et albida, quorum inchoamenta e floccis mire articulatis et incrassatis, chlamydosporas quodammodo mentita sunt; inde fortassis colligere licet chlamydosporas quasi tot sclerotiorum vices agere, aut sclerotiorum more fungilli vitam propagare.

7. *Hypomyces rosellus* Alb. et Schw. (sub *Sphæria*), hyphasmate late effuso, tandem densato et e niveo læte purpurascente; conidiis proprie dictis elliptico-oblongis, sæpius tripartitis, levibus, in fasciculos acrogenas primum digestis, fulcris verticillatis; peritheciis ovato-globosis, obtuse papillatis, semi-immersis, confertis, saturate purpureis; ascis longe linearibus et monostiche octosporis; sporis oblongo-lanceolatis, nonnihil incurvatis, utrinque mucronulatis, bipartitis (rarius unilocularibus) et in cirrhos albos prodeuntibus. — Parasitatur primum in fungis agariceis; subinde vero in terra, muscis et quisquiliis circumjacentibus expanditur,

inspissatur et conceptacula ascophora sero autumno hiemeque gignit. Haud unica vice nobis occurrit in sylvis agri versaliensis (*Clamart*, *Meudon*, etc.).

Chlamydosporas novimus breviter pedicellatas, demum apodes, e segmentis 3-5 crasse globosis, inæqualibus, echinatis et tandem purpureis factas, quæ ad *Hypomycetem rosellum* Alb. et Schw. spectare videbantur.

Fungillus hic et antecedens, nitido colore pariter insigniti, indubia necessitudine devinciuntur.

8. *Hypomyces luteo-virens* Fr., mycelio s. bysso effuso, brevi, ex albido sordide luteo-virente v. cinereo ; floccis omnibus exilibus et laxe ramosis ; conidiis vulgo solitarie acrogenis et unilocularibus, aliis achrois, ellipsoideis et levibus, aliis (*chlamydosporis* Baryo) longe crassioribus, anguste ovatis, minutissime granulosis et cinereo-virentibus ; peritheciis mycelio inspersis ; thecis longe linearibus ; sporis octonis, lanceolatis et 2-partitis. — Oritur et fructus edit perfectos, autumnali tempore, *in Boletis* quos corrumpit. Fungillus conidifer tantum nobis hactenus occurrit circa Parisios et Compendium ; ascophorum autem vidimus, olim in Britannia lectum a clar. Broome, cui contra, ni fallimur, conidia cujuslibet sortis omnino latuerunt.

9. *Hypomyces chlorinus* †, boletophagus, luteo-virens, a præcedente ferme non discrepans nisi chlamydosporis duplo crassioribus et levibus aut, ut videtur, obsolete striatis.— Viget æstate et autumno in *Boleto scabro* Bull., *subtomentoso* L., *cyanescenti* Bull. aliisque ; conidiferum legimus æstate et autumno Parisiis, Compendii, Fontebellaqueo ; ascophorum autem nondum reperimus.

10. *Hypomyces Baryanus* †, mycelio e floccis intestinis maxime intricatis ; chlamydosporis fuscis, unilocularibus, levibus, elliptico-oblongis, vulgo hinc obtuse et obsolete mucronatis, illinc contra subtruncatis, utrinque vacuis et pallidioribus, nucleo autem medio e cellula elliptica et infuscata facto. (Cfr. Dissert. Baryanam supra cit., p. 393 et seq., fig. 14-19.) — Nascitur in stipite et pileo *Agarici adusti* Pers., horni vel annotini, et maxime in lamellis mire tumefactis cineraceisque *Agarici parasitici* Bull. ; utramque matricem fungillo infartam, julio et augusto anni currentis MDCCCLX, sexcenties reperimus in sylvis agri versaliensis (*Chaville*, *Ville-d'Avray*, etc.) ; conidia vero minora et conceptacula ascophora huc usque frustra quæsivimus. Basidia rite tetraspora in lamellis illis *Agarici parasitici* Bull., quæ simul etiam seminibus *Hypomycetis* nostri

abunde scatent, interdum exstare, multiplici et assidua comperimus experientia; quare miramur eadem basidia oculos clariss. Baryi qui tamen centena dissecuisse specimina contendit, semper effugisse. Neque præterea minus miramur nullum hactenus offendisse *Agaricum parasiticum* Bull. qui hospite vacaret; alterutrum enim fungilli de quo agitur aut *Hypomycetis asterophori* Nob., infra descripti, semper, ut videtur, apud nos saltem, fovet et alit; priorem si exceperit, speciem illam assumit quæ apud Bulliardum nostrum (*Fung. Gall.*, tab. 574, fig. II) exhibetur.

11. *Hypomyces violaceus* Schm. (sub *Sphæria*, auctore Friesio in suo *Syst. myc.*, tom. II, p. 441), mycelio byssino et niveo, partim intestino, partim photobio, tenui adpressoque; peritheciis globosis, perexiguis, plerisque immersis, ostiolo singulis obtuso et ægre conspicuo; thecis angustissime linearibus; sporis minimis, ellipticis, rectis, muticis et 2-locularibus. — Hospitatur in *Fuligine violacea* Pers. (*Æthalio septico* Fr.) quam pro legitimo illius stromate immerito habuit amicus noster clar. W. Nylander (*Anal. mycol.*, p. 125, n. 24. — a. D. 1859). Huic benevolo specimina (e terris finnicis, ubi plantula adeo abundare perhibetur ut *Fuligo* abieticola ejus expers vix occurrat) ascophora debemus. Fungillum autem conidiferum in myxomycete quodam atro et pinicola, Fontebellaqueo, septembri mense, reperisse arbitramur; illi erant conidia anguste ovata s. lineari-oblonga, 1-2-locularia et pallida, chlamydosporæ autem late ovatæ, utrinque obtusissimæ, admodum leves et saturate fuscæ.

12. *Hypomyces asterophorus* Fr. (sub *Artotrogo; S. Veg. Scand.*, p. 497), mycelio intestino simulque parcius palam effuso, e floccis pallidis, maxime ramosis et intricatis, aliis æqualibus et exilibus, aliis autem crassioribus et nodoso-articulatis; microconidiis lineari-cylindricis, utrinque truncatis, niveis, primum in fila longissima catenatis, tandemque ab invicem solutis; chlamydosporis terminalibus vel mesogenis, quandoque etiam in seriem geminatis, ovatis vel globosis, in appendices breves, crassas, obtusas v. bifurcas, laxe et undique productis ac propterea echinatis, maturisque dilute cervinis et pulveraceis; peritheciis inspersis aut semi-immersis, perexiguis, obverse pyriformibus, globosis scilicet, ac breviter longiusve rostratis aut papillatis, glaberrimis, demumque pallide cervinis; thecis brevissimis, obovatis, 2-4-sporis; sporis oblongo-lanceolatis, curvulis et 2-locularibus. — Parasitatur in *Agarico adusto* Pers., horno v. annotino, et in *Ag. parasitico* Bull., tunc propterea plus minus monstroso facto et *Ag. lycoperdoide* Bull. (*Asterophora* typica Linkio et Ditmario;

Nyctali asterophora FRIESIO et BARYO) dicto ; æstate et autumno frequens nobis integer et perfectus occurrit, tum Fontebellaqueo, tum in quercetis et castanetis agri versaliensis, Modoni nempe, Cavillæ, etc. Fungillus conidiophorus *Asterophora agaricicola* apud b. CORDAM, *Asterotrichum* autem *Ditmari* apud cl. BONORDEN audit; nec nisi chlamydosporas quibus abundat hactenus mycologis tradiderat. Semina hæc echinata in intimo *Agarici adusti* pileo aliquando generantur, ibidemque sepulta latent donec matrix solvatur. Idem etiam accidit, ut supra dictum est, de chlamydosporis *Hypomycetis Baryani* nostri. Inde gravissimum oritur argumentum contra clar. BARYI opinionem super ficta seminum diversitate apud *Nyctalim* ; etenim, ni nos omnia fallunt, res ipsa manifestissime testatur has chlamydosporas neutiquam ad *Nyctalim*, sed ad fungillum tum *Nyctalis*, tum *Agarici adusti* Pers. hospitem spectare.

Lamellæ *Nyctalis* quæ *Hypomycetem asterophorum* alit, vulgo maxime angustatæ et decurtatæ, mireque tenuatæ (nec incrassatæ fuscæque, contra BULLIARDI enunciata [*Champ.*, tab. 166]), e sola enim trama filamentosa factæ, et quapropter pellucidæ deprehenduntur ; quandoque tamen hymenium solitum e basidiis breviter clavatis et tetrasporis passim induunt, ita ut super his organis *Nyctalis* asterophora a *Nyctali* quæ *Hypomycetem Baryanum* fovet (ea si fertilis nihilominus evaserit) minime discrepet. Lamellæ autem prioris sæpissime prorsus aboriuntur, pileusque simul in globum incrassatur, agaricino typo in lycoperdineum quasi mutato. (Cfr. Mich., *N. Pl. Gen.*, tab. LXXXII, fig. 1 [*Asterophora* Fr., *S. Veg. Sc.*, p. 446].)

Ex his omnibus insuper sequitur ne minimam quidem superesse causam, non solum cur *Agaricus parasiticus* Bull. (quem cum *Agarico lycoperdoide* ejusd. BULLIARDI [*Champign.*, tab. 166 et 516, fig. 1] simul sumptum intelligimus) a sincerrimis *Agaricis* sub titulo Friesiano removeatur (1), sed etiam cur idem fungus in typos plurimos, qui e fungillis variis et diverse hospitio susceptis evidenter penderent, temere dilaceretur.

Hypomycetem Baryanum et *H. asterophorum* nostros nunquam in eodem *Agarico parasitico* Bull., aliquando autem in eodem *Agarico adusto* Pers. simul obvios deprehendimus. *Ag. parasiticus* Bull., utriusque *Hypomycetis* solita matrix, æquo modo luxuriat in *Ag. adusto* horno-

(1) Genus Friesianum *Nyctalim* superfluum et *Agaricum parasiticum* Bull. ab *Agarico lycoperdoide* ejusd. neutiquam typice diversum, jam pridem denuntiavimus in hisce Collectaneis, ser. III, tomo XX (1853), p. 27, not. 2.

tino s. recenti et in eodem anniculo; hic autem verisimillime, ut arbitramur, parasitum anno superiore jam aluit, ejusque mycelium quod fructus alteros opportunis temporibus redeuntibus explicaret, suis in penetralibus, aridus, perennans confovit. Eumdem *Ag. parasiticum* Bull. asterophorum nonnisi in *Ag. adusto* Pers. crescentem, semel tamen *Russulæ fœtenti* Pers. insitum, hactenus vidimus.

13. *Hypomyces chrysospermus* Bull. (sub *Mucore*) mycelio byssino, exilissimo, achroo, in matricis penetralibus ægre conspicuo, ejusdem vero superficiem indumento velutino niveoque involvente; conidiis ovatis ellipticisve, in summis fulcris longis et nudis vulgo solitarie evectis, achrois; chlamydosporis (*Sepedonium chrysospermum* Fr. constituentibus) sphæricis, 1-locularibus, echinatis, primum breviter stipitatis et in racemos digestis, tandem apodibus, nitide aureis et pulveraceis; peritheciis fusco-aureis, matrici inspersis, quasi in crustam colliculosam densatis, levibus, globosis et brevissime papillatis; ascis longe et anguste cylindricis, monostiche octosporis; sporis lanceolatis, curvulis et 2-locularibus, loculis sæpissime inæqualibus, minoreque vulgo sterili. — Frequens parasitatur, æstate et autumno, in *Boletis*, multo rarius in fungis aliis; conidiferum sexcenties vidimus non solum in plerisque *Boletorum* nostratium sortibus, sed etiam in *Agarico involuto* Batsch., *Sclerodermate verrucoso* Pers., *Melanogastro variegato* Tul. et *Octaviana asterosperma* Vitt.; ascophorus vero (qualis scil. nulli hactenus innotuerat), simul et abunde bifariam conidiophorus, nobis semel occurrit in *Boleto* quodam corrupto, augusto ineunte anni currentis, prope *Villacoublay* agri versaliensis. Chlamydosporæ in *Ag. involuto* crassiores generari videntur.

Stirps hæc præ cæteris apertissime declarat fungillos Sepedonieos quos ad infimos Haplomycetes quasi una mente omnes amandarunt mycologi, sedem multo digniorem in Fungorum ordine, locum nempe inter Ascomycetes mereri.

Fungillos sequentes ut insuper ad *Hypomycetes* trahamus, summa et perquam legitima suadet analogia, licet sola eorum conidia (utriusque autem generis) nobis ad hanc horam innotuerint.

Sunt nempe :

14. *Hypomyces cervinus* Ditm. (sub *Mycogene*); 15. *H. Linkii* Noh. (*Mycogene rosea* Lk.); 16. *H. Pezizæ* Cord. (sub *Asterophora*, microconidiis neglectis); 17. et *H. ternatus* Bonord. (sub *Cladotricho*).

Alii etiam *Hypomycetes* exstant in agro parisiensi quos si contigerit

aliquando ut perfectiores reperiamus, una cum superioribus rite describere et iconibus illustrare, DEO favente, nobis in animo est.

Sphæria Trichoderma Hoffm., *Sph. Pannus* Kze. et *Sph. agaricicola* Chaill. quas nonnisi descriptionibus evulgatis cognovimus, sub *Hypomycetis* signo jure etiam militaturæ videntur. Contra ab *Hypomycetum* typo nonnihil fortassis recedit fungillus insequens quem tamen certam propter analogiam solitamque suam sedem hic adumbrare liceat :

Hypomyces? melanostigma †, mycelio parcissimo, tenui, intricato et fuligineo ; conidiis autem abundantissimis, niveis, minimis, lineari-cylindricis, rectis, continuis, utrinque truncatis, e floccis peculiaribus erectis, divaricato-ramosis et in fragmenta minuta totis quantis citissime solutis ; peritheciis sessilibus aut semi-immersis, perexiguis, globoso-acutis, atris et glabris ; thecis ovato-lanceolatis, sæpius, ut videtur, tetrasporis ; sporis lineari-lanceolatis, utrinque mire attenuatis, subrectis pallidisque ; paraphysibus nullis. — Hospitatur sera æstate autumnoque in stromatibus ascophoris *Hypocreæ rufæ* Pers. ; inde in ejus suffulcris expanditur, ac omnem matricem veluti farina nivea conspergit. Ex omni parte minimus est, ejusque conceptacula oculo quidem armato ægre conspiciuntur. Cavillæ agri versaliensis nobis obvius est.

De apparatu conidiophoro, thecis sporisque, ad *Hypomycetem asterophorum* nostrum potissime accedit.

Les pages qui précèdent complètent, d'une façon sans doute très inattendue, l'histoire des *Sepedonium*, que nous avions commencé d'esquisser il y cinq ans. Alors nous essayâmes de montrer, contre le sentiment de M. Corda, que ces Champignons n'étaient nullement parasites de Micromycètes d'un ordre inférieur, et qu'ils possédaient deux sortes de corps reproducteurs. Nous nous sommes cependant assuré depuis qu'ils n'étaient encore sous cette dimorphie que des Champignons incomplets, et qu'en revêtant leur forme manifestement la plus parfaite, ils prenaient rang parmi les Pyrénomycètes les mieux caractérisés.

De toutes les Sphériacées charnues, les *Hypomyces* se trouvent être les plus richement pourvus d'organes divers de multiplication. Chez les *Hypocrea*, leurs alliés les plus proches, et très fréquemment, sinon constamment fongicoles comme eux, nous avons surtout observé des conidies très ténues, analogues aux microconi-

dies des *Hypomyces*. Ces corpuscules, dans notre *Hypocrea delicatula* (1), naissent d'un appareil qui pour un disciple de M. Corda, serait un élégant *Verticillium*. Les conidies de l'*Hypocrea rufa* Pers. (sub *Sphæria*), ne sont pas autre chose que les spores mêmes du *Trichoderma viride* Pers.; car les pulvinules ainsi qualifiés, d'abord blancs, puis d'un vert cendré et pulvérulents, loin de constituer une plante parfaite, comme on l'a cru jusqu'ici, ne sont vraiment qu'une manière d'être de l'*Hypocrea rufa* Pers. Les stroma thécigères de celui-ci sont en effet fréquemment associés d'une façon très étroite, et fort instructive pour le mycologue, aux coussinets du prétendu *Trichoderma*, de même qu'ils portent souvent en abondance des flocons conidifères absolument identiques avec ceux dont ces coussinets se composent. En d'autres cas, ces mêmes stroma revêtent un appareil conidifère différent, dont les éléments principaux sont des filaments aciculaires, courts, dressés, presque simples, et qui donnent naissance à de très petites conidies ovales, et solitairement acrogènes. De sorte que l'*Hypocrea rufa* Pers. posséderait, comme la plupart des *Hypomyces*, deux genres de conidies. Celles que nous venons de mentionner en dernier lieu rappellent assez les conidies de l'*Epichloe typhina* Fr., dont nous avons eu plusieurs fois occasion de parler. L'appareil que constitue le *Trichoderma*, est au contraire beaucoup plus analogue à celui qui précède ou accompagne l'*Hypocrea delicatula*. Une structure pareillement verticillée s'observe quelquefois dans le byssus ou mycelium alors conidifère du *Sphæria ophioglos-*

(1) *Hypocrea delicatula* †, mycelio byssino, initio verisimillime fungicola, postea autem in omni corpore vivo mortuove multifariam effuso, strata vulgo tenuia, e niveo demum albida laxe texente, totoque e floccis tenuissimis, supremis assurgentibus et brachia brevissima spisse verticillata apiceque fasciculatim conidifera interrupte enitentibus; conidiis sphæricis, minimis, levibus, niveisque; peritheciis primitus mycelio immersis, Hocce autem tandem attenuato quasi emersis et sessilibus, tuncque simul luteolis glabris ventreque globoso ac rostello brevissimo crassissimo et quasi truncato utentibus; thecis lineari-cylindricis, breviusculis et subsessilibus; sporis minimis, senis denis, monostichis, globosis, primitus sursum deorsum nonnihil depressis, levibus et albis; paraphysibus nullis. — Hieme crescit in sylvis agri versaliensis (*Clamart*, *Chaville*).

soides Pers., lequel est, comme on sait, l'un des Pyrénomycètes fongicoles les plus remarquables de notre flore ; les filaments de ce mycelium sont très déliés, et leur belle couleur jaune-citron est celle des parties inférieures de la clavule même de la sphérie; les conidies sont également de couleur citrine, leur forme est presque sphérique et leur volume égale à peine celui des spores du *Trichoderma viride* Pers.

ÉTUDES MYCOLOGIQUES

SUR LA FERMENTATION,

Par M. Hermann HOFFMANN.

(*Botanische Zeitung*, nos 5 et 6 de 1860, 3 et 10 février.)

L'histoire naturelle des ferments, considérés dans leurs rapports avec les phénomènes de la fermentation et de la putréfaction, présente encore de l'obscurité ou tout au moins du doute sur plusieurs points, malgré les nombreux travaux dont elle a fourni le sujet aux botanistes et aux chimistes; cette circonstance me fait penser qu'il ne sera pas hors de propos de publier les résultats d'une série de recherches que j'ai faites en vue de me fixer à cet égard.

1. Personne jusqu'à ce jour n'a recherché d'une manière méthodique d'où provient le ferment des sucs de plantes bruts, comme le jus des pommes, des poires et des raisins. Les personnes qui se sont occupées de l'étude des phénomènes de la fermentation et de la putréfaction (ils sont en général mal distingués les uns des autres par les chimistes), tantôt ont passé très légèrement sur ce sujet, tantôt ont fait naître le ferment par génération spontanée.

Un petit nombre d'entre elles, et en premier lieu Schwann, se

basant sur des raisons indirectes, les font venir d'organismes vivants, qui dérivent d'une source inconnue par la voie de l'atmosphère. Mais jusqu'à ce jour aucune d'elles n'a donné à ce sujet une seule preuve directe. M. Karsten (1) admet que le ferment doit provenir des petites vésicules qu'on trouve à l'intérieur des cellules des fruits; il le fait même venir des nucléus de ces cellules (p. 476). Or mes observations m'obligent à nier formellement cette identité prétendue entre ces formations et les cellules du ferment. M. Schleiden a combattu de même, au moins partiellement, cette manière de voir (2).

Si l'on examine au microscope du jus fraîchement exprimé de groseilles à maquereau ou autres, on y voit çà et là non-seulement quelques cellules de ferment, mais encore des spores de *Cladosporium*, *Stemphylium*, etc., dont certaines présentent même de courts filaments germinatifs. La présence de ces spores rend déjà fort invraisemblable l'idée que ces formations proviennent de l'intérieur du fruit; mais un examen direct ne tarde pas, en outre, à montrer que les cellules de ferment elles-mêmes n'ont pas non plus cette origine. En effet, c'est peine perdue que de chercher à en voir sur une tranche bien propre du tissu intérieur de ces fruits. Il faudra rechercher plus loin si les cellules peu altérées et encore vivantes du tissu constitutif des fruits, peuvent, dans un jus fraîchement exprimé, subir des altérations analogues à celles de la fermentation et de la putréfaction. Il faudra voir également si, dans les liquides animaux frais (dans l'urine, le suc gastrique et la bile), les cellules mucilagineuses encore vivantes exercent une action sur le liquide ambiant, et déterminent la décomposition.

Il est dès lors très vraisemblable que les germes du ferment viennent de la *surface* de ces fruits et n'arrivent dans leur jus qu'accidentellement lorsqu'on écrase ceux-ci, pouvant même passer à travers un filtre.

On sait que l'eau bouillante détruit assez promptement la faculté germinative de ces cellules; me basant sur cela, j'ai plongé

(1) *Botanische Zeitung*, 1848, p. 459.

(2) *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik*, 3e édit., t. I, p. 207.

des groseilles à maquereau dans de l'eau bouillante, pendant quatre à dix secondes, avant de les écraser, et je les ai ensuite retirées rapidement. Le résultat de cette opération a été que, dans le jus qui a été ensuite exprimé, il n'y a pas eu de fermentation accompagnée d'un développement de gaz, ou bien qu'il n'y en a eu qu'une très faible et incomplète, qui s'est déclarée seulement plusieurs jours plus tard que dans le jus brut. (Dans l'un et l'autre cas, j'avais ajouté du sucre, absolument comme on le fait dans la préparation du vin de groseilles.) Mais le liquide s'est recouvert de moisissures.

Si l'on tient dans de l'eau froide, pendant trois quarts d'heure, des groseilles à maquereau fraîches et qu'on les agite de temps en temps, le liquide décanté, au bout de ce temps, peut être employé à titre de ferment, faible à la vérité, et déterminer une production d'acide carbonique dans une solution de sucre. Cette eau a donc pris sur la peau intacte des fruits quelque chose d'analogue au ferment.

Ces faits nous conduisent à une observation décisive. Si l'on racle, avec un scalpel émoussé, la *surface d'une groseille* et qu'on porte sous le microscope ces raclures (qui sont blanchâtres), on y reconnaît, au milieu de toute espèce de saletés informes, de particules terreuses, etc., les mêmes spores de Champignons qu'on trouve dans le jus exprimé; seulement on les y voit en quantité incomparablement plus grande. Elles sont les unes brunâtres (*Stemphylium*, *Cladosporium*), les autres incolores; ces dernières sont arrondies, ovoïdes, un peu fusiformes ou cylindriques. La plupart d'entre elles sont semblables à des articles des chapelets d'*Oidium*, *Monilia*, *Torula*, qui auraient été détachés, emportés par le vent et qui se seraient attachés au fruit, c'est-à-dire à des spores d'Hyphomycètes. Quelques-unes de ces spores sont déjà pourvues de courts filaments germinatifs. Si l'on met ces raclures avec une goutte d'eau distillée, et à l'abri de toute poussière extérieure, en situation convenable pour germer, déjà au bout de vingt-quatre heures on voit des groupes touffus de filaments germinatifs, avec un grand nombre de véritables cellules de ferment

à tous les degrés de leur formation par bourgeonnement et par étranglement, et on y remarque la même diversité de formes qui caractérise en général le jus de fruits brut, ce qui, seul, fait déjà présumer des origines diverses. Plusieurs de ces formations constituent des chaînes courtes, et l'on reconnaît combien on a eu raison de regarder comme des *Torula* les cellules de ferment. On y voit aussi fréquemment des Bactéries, et pas très rarement des animalcules infusoires. Dès lors le mot de ferment ou levûre est une expression collective et non pas le nom d'une espèce végétale.

Il est à peine besoin de dire qu'on obtient les mêmes formes en raclant d'autres surfaces végétales ; je les ai obtenues des prunes, des baies de la pomme de terre, des haricots à moitié mûrs, etc. On s'explique ainsi fort simplement pourquoi Brendecke a réussi à déterminer une faible fermentation avec de la paille et des corps analogues. D'après Anthon (1), les pousses ainsi que les feuilles et les vrilles de la vigne renferment beaucoup de ferment ; les Champignons comestibles en offrent presque autant que la présure ; les rafles du raisin en portent trois fois autant que les grains ou même davantage.

2. Ferment des sucs végétaux *cuits*, et fermentation des *solutions sucrées pures*. — Dans cette catégorie, le premier qui se présente est la levûre de bière et le ferment alcoolique, qui a beaucoup moins de diversité de forme que le précédent, quoiqu'il en ait bien moins qu'on ne le croirait, d'après les figures qu'on en donne habituellement. On y trouve non-seulement des cellules rondes et ovales, avec ou sans productions secondaires, mais encore des cellules cylindriques, et de plus le *Bacterium Termo*, qui vraisemblablement entre toujours dans la levûre. Les cellules varient assez de grandeur ; on voit également varier en nombre et en longueur les vacuoles et gouttes d'huile ou les nucléus, comme on les nomme. Quant à la distinction établie par les brasseurs entre le ferment supérieur et le ferment inférieur (Oberhefe, Unterhefe), à en juger du moins par les échantillons que j'ai

(1) *Chem. Centr.-Blatt*, 1859, p. 248.

eus sous les yeux, elle n'est pas fondée, bien que M. R. Wagner (1) et d'autres aient avancé que le premier est formé de chaînes de cellules, tandis que le second consisterait en cellules isolées. La fermentation inférieure (Untergaehrung) ne diffère généralement, à ce qu'il paraît, de la fermentation supérieure (Obergaehrung) qu'en ce qu'elle s'opère par une température de 5-8° R., tandis que la dernière s'opère par une température de 15-22° R. A la vérité le ferment est ajouté artificiellement au moût de bière par le brasseur, et pendant la fermentation, il se multiplie d'environ deux tiers; mais cela ne résout pas du tout la question de savoir comment il naît; cela ne fait que reculer la difficulté. Il s'agit de reconnaître d'où ce ferment tire sa première origine. Abandonné à lui-même, le moût de bière ne fermente pas ou fermente à peine; il subit la fermentation désordonnée qui forme de l'acide lactique et s'accompagne de pourriture en même temps que la surface de la matière se couvre d'une végétation de moisissures (*Penicillium glaucum*, *Ascophora Mucedo* Tode; Corda, *Ic.* II, tab. 11, fig. 78); immédiatement sous ce revêtement de Champignons il se produit un faible dégagement de gaz.

Il s'offre deux moyens pour reconnaître ce qu'est le ferment de la bière. L'un, auquel on a eu surtout recours, consiste à le cultiver et à observer quelles sont les formes de plantes qui en proviennent en changeant les conditions (à l'air). L'autre moyen est de chercher à obtenir directement le ferment lui-même des Champignons qu'on présume lui donner naissance. C'est ce que M. Bail a fait pour l'*Ascophora elegans*, un *Mucor* et le *Penicillium glaucum* (2). La première méthode a été suivie par M. Kützing (3), qui a vu se produire une matière fongique, à laquelle il a donné le nom de *Sporotrichum;* aux places sèches, celle-ci est passée à l'état d'un Champignon qu'il a nommé *Mucor*, et que sa figure me fait regarder comme un *Aspergillus*. M. Kützing ne dit pas si,

(1) *Journ. f. prakt. Chemie*, t. XLV, p. 241.

(2) Flora, 1857, n°s 27 et 28.

(3) *Journ. f. prakt. Chemie*, 1837, p. 388; confirmé par M. Wagner.

dans ces expériences, il s'est mis à l'abri de la poussière flottant dans l'air; il n'est pas même vraisemblable qu'il en soit ainsi, car, dans le même article, il donne simplement comme naissant par génération spontanée des flocons de Champignons dans des infusions aqueuses, des teintures, etc. (*Hygrococis*, etc.), de même que l'*Ulvina aceti* dans le vinaigre en décomposition, et il ne dit pas du tout que des spores de champignons aient pu être apportées par l'air. Ces expériences n'ont donc qu'une valeur conditionnelle pour la question en litige.

Mes propres observations ont été faites, les unes en grand, dans une brasserie, les autres en petit, par voie de culture. Dans les brasseries, c'est un fait constant que la levûre dont on s'est servi et qu'on jette dès lors de côté, se couvre d'une couche grisâtre de *Penicillium glaucum ;* il est vrai qu'on y voit en même temps en petite quantité d'autres moisissures, comme le *Penicillium brevipes* Corda, *Ic.* IV, tab. 8, fig. 93; l'*Ascophora elegans* Corda, *Ic.* III, fig. 43; Nees, *Syst.*, fig. 75, etc.

Ordinairement il se forme peu à peu une grande masse de filaments qui n'existaient pas encore dans le ferment normal, et pour lesquels il importe d'en reconnaître la provenance directe des cellules du ferment.

Les cultures en petit, faites avec les précautions nécessaires pour s'opposer autant que possible à l'arrivée de spores étrangères, m'ont donné les résultats suivants. Le plus souvent l'expérience n'a pas réussi, comme cela est arrivé à M. Bail, ce qui ne doit pas surprendre, puisque le ferment vit sous l'eau, tandis que les filaments fructifères des moisissures ne peuvent se développer qu'à l'air. Mais dans quelques cas, j'ai pu, grâce à des circonstances favorables, voir le ferment produire des filaments, soit en petits échantillons, propres à être examinés immédiatement sous le microscope, soit en grands échantillons; alors j'ai reconnu, entre autres espèces, le *Penicillium glaucum* (vu aussi par M. Reissek), l'*Ascophora Mucedo*, l'*As. elegans* et le *Periconia hyalina*, tantôt isolés, tantôt mélangés. Voici la méthode par laquelle on obtient le plus aisément ce résultat. On verse quelques gouttes d'eau dans un tube à réactif qu'on place obliquement; on

met ensuite dans sa portion médiane un peu de levûre fraîche, et l'on bouche le tube avec de la ouate pour empêcher l'entrée des poussières extérieures. Dans ce récipient rempli de vapeur, on voit quelquefois provenir des flocons. MM. Berkeley et G.-H. Hoffmann ont obtenu aussi de la levûre le *Penicillium* par le même procédé, à ce qu'il paraît (1).

Si le ferment dérive en général d'un champignon filamenteux, ce qu'il y a de plus vraisemblable, c'est qu'il provienne du *Penicillium glaucum* ou de l'*Ascophora Mucedo*, qui sont des Hyphomycètes les plus répandus et les plus abondants précisément dans le voisinage de l'homme sous tous les climats, qui se montrent surtout inévitablement sur toutes les substances sucrées. Je dois faire observer en outre, quant au *Penicillium glaucum*, qu'il se développe absolument de même sur des liquides très différents dans presque toute sorte de conditions, et par conséquent qu'il possède une amplitude extraordinaire dans les conditions de sa végétation, comme me l'ont prouvé des expériences que j'ai faites avec des solutions de sucre, de gomme arabique et de colle forte. Même le brunissement partiel de son mycelium déliquescent, dont le contour est très variable, ainsi que la production de ces filaments noueux particuliers qu'on remarque dans ce mycelium, ne présentent rien de constant avec différents liquides. Je dois dire encore à ce propos que j'ai observé avec toute certitude le passage du *Penicillium glaucum* au *P. candidum* et à une forme d'un jaune-soufre (var. *sulfurea* Hoffm. (2)), enfin au *Coremium glaucum* Corda (Prachtflora, tab. 25); ce dernier changement avait été présumé pouvoir exister par Wallroth et Corda. (M. Berkeley en parle aussi, dans son *Introd. to Cr. Bot.*, p. 302 et 312.) Ces faits jettent du jour sur le polymorphisme de ce Champignon, bien que nous ne sachions rien encore sur les relations qui rattachent sa forme aux conditions dans lesquelles il se développe.

Dans ce qui suit, je crois donner la preuve directe qu'on peut

(1) Berkeley, *Introd. to Crypt. Bot.*, 1857, p. 242 et 299.

(2) Différente du *P. aureum* Corda, *Prachtflora*, tab. 18, et du *P. fulvum* Corda, *Ic.* III, tab. 2, fig. 33.

tirer réellement le ferment de la bière de ces Champignons communs, particulièrement du *Penicillium*. Tandis que, dans ses recherches, M. Bail s'est contenté de porter son attention sur les caractères optiques, j'y ai joint pour ma part l'étude chimique poursuivie à tous les moments.

Si l'on met dans un tube à réactifs une solution de sucre, qui toute seule ne fermente pas, mais moisit à sa surface; si l'on introduit dans ce liquide des spores sans mélange et susceptibles de germer de *Penicillium glaucum*, qu'on agite fortement, et qu'on place ensuite ce tube en repos, dans une situation aussi oblique que possible (presque horizontale), les spores obéissent à la légèreté que leur donne l'air adhérent, et s'élèvent dans l'intérieur de la masse du liquide; mais, au lieu d'arriver immédiatement au contact de l'air, elles viennent en majeure partie contre la paroi antérieure du tube, et y restent, au moins temporairement, submergées. Il suffit d'agiter le liquide une fois chaque jour, et déjà, dès le deuxième ou troisième jour, on voit (par une température d'environ 20 degrés centigrades) qu'il se forme autour des spores des flocons de mycelium, et que dans ces flocons, et non ailleurs, il commence à se développer du gaz. Ce gaz augmentant beaucoup la légèreté de ces jeunes flocons, et tendant à les élever à la surface du liquide, il faut, dès ce moment, agiter plus fréquemment, afin de les maintenir toujours submergés. Cette expérience, variée d'un grand nombre de façons, m'a donné toujours les mêmes résultats, et je suis entièrement convaincu que le développement gazeux se rattache à la végétation de ce Champignon. Au bout de quelque temps, le liquide s'acidifie (acide acétique), et il cesse de se produire du gaz. En examinant alors le liquide, qui s'est un peu troublé, on y reconnaît bientôt, outre quelques filaments fructifères, un nombre immense de filets de mycelium et de spores présentant des filaments germinatifs, les uns courts, les autres longs, ainsi qu'une quantité très considérable de cellules de ferment à tous les degrés de leur multiplication.

Mais quelle est la connexion morphologique de ces cellules de ferment avec le mycelium ou avec les filaments fructifères du *Penicillium?* L'étude qu'on en fait montre qu'il y a ici d'abord

des filaments fructifères plus ou moins atypiques de *Penicillium*, dans lesquels toutefois on ne peut souvent méconnaître encore le caractère sur lequel a insisté Meyen (1) des ramifications géniculées. Les cellules de ferment qui se forment sur ces filaments submergés diffèrent des spores normales et développées à l'air du *Penicillium*, uniquement parce qu'elles sont pour la plupart plus grandes; mais on voit nettement toutes les transitions possibles des unes aux autres, et elles conservent particulièrement la tendance à se multiplier par étranglement, ainsi que la facilité à se détacher, qui caractérise les chapelets de spores des *Penicillium*. On y retrouve même les faisceaux de chapelets; ils forment des cellules fusiformes (*Cylindrium*, *Hormiscium*, etc.), qui se multiplient aussi par étranglement ou qui donnent même de petits chapelets, dont le moindre ébranlement détermine la rupture en majeure partie. — En outre, le ferment naît encore par un bourgeonnement des spores elles-mêmes, qui suppose la submersion dans le liquide, et enfin par une production de conidies (par étranglement) sur les ramifications du mycelium aquatique. L'*Ascophora Mucedo* présente également cette formation de conidies dans des conditions analogues; cependant les cellules de ferment que donne celui-ci sont plus grosses que celles du *Penicillium*. Je n'ai pas observé dans mes expériences la production endogène de cellules-germes, que M. Bail a vue avoir lieu, par l'effet d'un étranglement, chez un *Mucor* sur du malt cuit.

Tandis que les filaments fertiles proprement dits de cet Hyphomycète se développent uniquement à l'air, c'est seulement dans les circonstances opposées qu'il manifeste la tendance à développer un mycelium aquatique de filaments continus ou un schizomycelium (ferment). La forme de ferment ne se montre que sous la condition de l'absence complète et constante de l'air gazeux (sans air *dissous*, cette végétation est impossible comme toutes les autres). Cependant cette condition ne suffit pas à elle seule pour qu'il se forme du ferment; quelquefois j'ai vu se produire un mycelium aquatique fort développé sur des parties de

(1) *Syst. d. Pflanzenphysiologie*, tab. X, fig. 20, 21.

plantes en décomposition, qui étaient submergées à plusieurs centimètres sous l'eau. De plus, le développement de la forme de ferment est favorisé par l'état mucilagineux du liquide, que cet état lui soit naturel, comme pour les jus de fruits, ou qu'on l'obtienne artificiellement par une addition de gomme arabique ou de mucilage de guimauve. La présence du sucre ne paraît pas être indispensablement nécessaire pour la production du ferment ; mais elle l'est, comme on le conçoit sans peine, pour la fermentation. Cette forme de nutrition du ferment, car on doit la considérer comme telle, n'est point d'après cela une condition essentielle d'existence pour lui. Même, quand il y a du sucre, la production gazeuse est diminuée ou arrêtée par l'action d'un excès d'acide acétique, ou par celle d'une addition artificielle d'acide tartrique (1), tandis que la formation de filaments paraît être favorisée par la trop forte prédominance des acides.

L'expérience suivante est très instructive relativement à l'influence qu'exerce la situation des cellules à la surface du liquide ou dans sa profondeur. On sait que, pour préparer le vin de groseilles à grappes ou de groseilles à maquereau, on ajoute au jus exprimé du sucre, deux volumes d'eau, et on abandonne le tout à la fermentation spontanée. Mais si, après avoir exprimé le jus de groseilles à maquereau, on l'agite fortement et pendant longtemps avec un volume égal d'eau dans un tube à réactifs, et qu'on laisse ensuite le tout en repos parfait dans la direction verticale, le liquide ne fermente pas, mais il se couvre à sa surface d'un tapis de *Penicillium glaucum* et autres moisissures. Évidemment la cause de cette différence consiste en ce que les spores de Champignons, à l'état frais, étant encore remplies d'air, et n'ayant par conséquent qu'une faible densité, montent bientôt toutes également à la surface du liquide alors homogène et bien fluide, où elles produisent non pas un schizomycelium, mais des flocons fructifères. Si, au contraire, on a le soin de secouer le tout chaque jour, pen-

(1) L'acide tartrique diminue la fermentation dans le jus des groseilles ordinaires et à maquereau ; au contraire, il la favorise dans celui des pommes et des poires avant leur maturité. E.-F. Authon.

dant plusieurs jours, la fermentation normale a lieu, parce qu'on oblige ainsi les spores à rester dans la masse du liquide.

La production d'un mycelium et celle de conidies sont des phénomènes très analogues, comme le prouve ce fait, que parfois, dans un groupe flottant de spores attachées les unes aux autres, on voit au microscope que les unes émettent des filaments, tandis que les autres donnent des corps reproducteurs.

Parmi tous les liquides dont j'ai fait usage, le moût de bière est le plus avantageux pour la production artificielle d'un ferment tout à fait ou en majeure partie dépourvu de filaments.

Tant que le ferment est en végétation active et flotte dans les parties supérieures du liquide, il se montre ordinairement sous la forme de chapelets ayant de 4 à 12 articles (*Saccharomyces* Meyen, *Syst.*, tab. X, fig. 22), qui souvent aussi se ramifient en petits arbuscules. Peu à peu ces articles se séparent, et ils vont au fond sous la forme d'un poussière déliée, incolore ; ils restent là isolés les uns à côté des autres, ou bien en cellules distinctes et séparées, ou bien ayant produit des cellules secondaires. Les caractères qu'on a assignés au ferment supérieur et au ferment inférieur pourraient dès lors être mieux employés pour distinguer les ferments jeunes et ceux qui sont entièrement formés.

De même qu'avec le *Penicillium*, on peut déterminer une fermentation plus ou moins intense avec beaucoup d'autres spores de Champignons (à une température de 20 à 25 degrés centigrades). C'est ce que j'ai fait pour le moût de bière fraîchement cuit, pour la solution de sucre de raisins, et pour celle de sucre de canne, pour le jus bouilli de groseilles à grappes et de groseilles à maquereau, avec l'*Ustilago Carbo* (*Uredo segetum*), l'*Ascophora Mucedo*, le *Stachylidium pulchrum*, le *Bacterium Termo* (qui est incontestablement un Champignon, un Schizomycète pour M. Nægeli), ainsi qu'en y tenant plongées des feuilles de Rosier couvertes de *Phragmidium incrassatum* et d'*Epitea* (*Uredo*) *Rosæ*, enfin avec le *Torula fructigena* Pers. Plusieurs de ces Champignons, par exemple les trois derniers, développent sans peine par étranglement des conidies (spores secondaires) sur leurs filaments germinatifs. Mais comme, pour la plupart de ces espèces, il est à peu

près impossible d'obtenir les spores absolument pures et sans mélange de spores de moisissures, on peut aussi attribuer la fermentation en partie ou tout à fait aux *Penicillium*, *Ascophora*, *Bacterium*, etc., qui les auraient accompagnées, Ainsi, au bord supérieur du liquide dans lequel les feuilles de Rosier, dont il vient d'être question, avaient déterminé la fermentation, j'ai vu le *Penicillium glaucum* se développer abondamment et sans mélange ; en place du *Stachylidium* il est venu l'*Ascophora Mucedo*, qui s'est montré aussi en place de l'*Uredo segetum*. Quand j'ai employé le *Bovista plumbea*, le *Lycoperdon cœlatum* et l'*Ustilago Carbo*, j'ai trouvé, après la fermentation, parmi toute sorte de filaments, des cellules de ferment et des *Bacterium* à côté de spores qui n'avaient pas germé. Enfin, dans ces circonstances, on trouve assez fréquemment des animalcules infusoires.

La poussière tombée des livres détermine elle-même la fermentation, quand on opère de la même manière ; le liquide renferme finalement du ferment et un plus ou moins grand nombre de Bactéries; enfin, il se développe sur la surface du *Penicillium* et de l'*Ascophora ;* quelquefois il ne se produit que des Bactéries, et la fermentation est faible, mais bien caractérisée.

Le ferment obtenu ainsi artificiellement, a toutes les propriétés du ferment ordinaire des jus de fruits bruts et la même variété de formes (ses cellules peuvent varier en grosseur de 1 à 15). Ainsi, celui que le *Penicillium* produit dans le moût de bière, et qui est ordinairement mêlé de Bactéries, ressemble au ferment de bière ordinaire au point de pouvoir être confondu avec lui. Les propriétés chimiques de l'un et de l'autre sont également identiques. En effet, ce ferment artificiel détermine une production continue et tout à fait normale d'acide carbonique ; en outre, dans plusieurs expériences, j'ai préparé avec le ferment que j'avais obtenu, par exemple à l'aide des feuilles de Rosier, de la pâte qui a levé tout aussi bien et a formé des pores aussi grands que celle à laquelle on ajoute la meilleure levûre. Ce ferment employé en proportion convenable, peut encore opérer la transformation du sucre si complétement, que le liquide finit par ne plus réduire le cuivre, dans le procédé de Trommer.

Au contraire, je n'ai pu déterminer la fermentation ni la production d'un ferment au moyen de spores fraîches et pures d'*Agaricus campestris*, *excoriatus* Schæff., ni de celles du *Boletus granulatus* qui, à l'état frais, renferment de l'eau et vont dès lors au fond des liquides; ces spores pourraient sembler, sous ce rapport, très avantageuses; mais, une fois submergées dans l'eau, elles ne germent plus ou ne le font qu'exceptionnellement.

Il résulte de ces observations que tous les Champignons ne sont pas aptes à déterminer la formation du ferment, ni la décomposition du sucre avec dégagement de gaz. Cette propriété ne paraît point tenir à ce qu'ils possèdent ou ne possèdent pas la faculté de produire des conidies sur leurs filaments germinatifs, mais plutôt peut-être à ce que la nature les attache à des parties de plantes saines, ou mourantes ou mortes. Provisoirement on peut admettre comme très vraisemblable que cette propriété de décomposition, qui agit profondément sur la composition chimique des substances ambiantes, est surtout l'apanage des Hyphomycètes. Ainsi je me suis assuré, par exemple, que dans *tous* les cas, les feuilles tachées de brun-noir qu'on voit si fréquemment, en été en en automne, sur les plantes les plus diverses, présentent constamment dans leurs taches un mycelium filamenteux qui passe quelquefois avec toute évidence au *Cladosporium herbarum* et à d'autres Champignons analogues. Pour le *Peronospora Solani*, ceci est connu depuis longtemps.

Maintenant s'offre la question, déjà discutée antérieurement, de savoir si les Champignons (et les Infusoires) contribuent et jusqu'à quel point ils contribuent à la décomposition ainsi qu'à la putréfaction des corps organisés.

Si c'est exclusivement à certains Champignons (et Infusoires) qu'appartient la propriété de décomposer les liquides sucrés en amenant un développement de gaz, ou de faire passer les autres liquides organiques à la putréfaction à l'aide d'une absorption d'oxygène, propriété qui n'a pas été encore reconnue chez d'autres corps soit vivants, soit morts, du moins pour ce qui est de la fermentation, il s'ensuit qu'en mettant ces liquides à l'abri de l'influence de ces Champignons, on devra les con-

server inaltérés. Schwann a cherché, par des expériences ingénieuses, dont les résultats ont été confirmés par Ure, à prouver que des Champignons et des Infusoires sont la condition *sine quâ non* de la fermentation et de toutes les sortes ordinaires de putréfaction organique (1). Schroeder a également publié, à ce sujet, une série d'expériences remarquables (2) desquelles il résulte que la poussière de l'air est, dans presque tous les cas (les exceptions partielles existent dans l'aigrissement du lait, la décomposition de l'albumen, etc.), la cause pour laquelle se décomposent les liquides organiques dépourvus de germes (cuits), les jus de viande, les décoctions, l'urine, etc. Après avoir admis que, dans ces circonstances, des spores de Champignons exerçaient une puissante influence, il a plus tard renoncé à moitié à cette opinion en voyant que des spores de Champignons, après avoir été chauffées (jusqu'à quel degré? humides ou sèches?), ne déterminaient plus la décomposition. Il paraît en cela être parti de l'idée que ces spores n'agissaient que par leur petitesse (dès lors par une action de surfaces, comme pour la mousse de platine), et non comme des organismes vivants et en végétation, capables de sécréter et assimiler, et il est arrivé à cette conclusion que la poussière, etc., ne détermine la décomposition que lorsque auparavant elle a été immédiatement en contact avec l'air libre.

Je montrerai, dans ce qui va suivre, que les choses se passent tout autrement, et qu'on peut produire la décomposition avec des spores de moisissures quand celles-ci ont été chauffées à 100°, pendant une heure entière, dans l'intérieur du liquide, en supposant toutefois que cette action de la chaleur ne les ait pas tuées.

Je me suis servi, absolument comme Schroeder, de tubes à réactifs remplis partiellement d'un liquide organique, que je bouchais exactement avec de la ouate, et dans lesquels je déterminais une ébullition non interrompue pendant une heure. Le liquide ainsi

(1) Müller's *Archiv f. Anat.*, 1836, p. 108, et particulièrement Poggendf. *Ann.*, vol. XLI, p. 189, 1837.

(2) *Ann. d. Chem. u. Pharm.*, 1853, 2e cahier, 1859, 1er cahier.

traité ne s'est pas décomposé pendant un espace de trois à huit mois, malgré la chaleur excessive de l'été de 1859; c'est ce qui a eu lieu pour du bouillon, des pois cuits, une solution faible de sucre additionnée de gélatine, une solution de sucre de raisin avec de la gélatine ou des grains de blé, du sirop de sucre, une solution de gélatine, de l'urine, des pommes cuites, de l'eau miellée, etc.

J'ai fait la contre-épreuve de la manière suivante. Avant de poser sur le tube le bouchon de ouate, j'y ai enfoncé un gros fil de fer que j'ai fait passer à travers ce bouchon, et à l'extrémité inférieure duquel j'avais fixé un tube de verre étroit, long de 5-6 centimètres, qui avait été étiré, à ses deux bouts, en deux pointes fines, coudées horizontalement, que j'ai fondues ensuite à la lampe. Ce petit tube renfermait des spores sèches du Champignon sur lequel devait porter l'expérience. Un second gros fil métallique, placé à côté du premier, était contourné en boucle à son bout inférieur; il avait pour usage, après que l'ébullition était terminée et lorsque le liquide était en train de se refroidir, de casser le petit tube à ses deux extrémités et de mettre ainsi les spores en contact avec ce même liquide ambiant. Ce dernier but n'a pas pu être toujours atteint parce que, dans certains cas, l'air contenu dans le petit tube n'en sortait pas entièrement et empêchait ainsi, soit partiellement, soit complétement, la sortie des spores.

Résultat. Les spores ainsi traitées de *Penicillium glaucum* sans mélange s'élèvent immédiatement à la surface du liquide et y produisent en peu de jours un feutre épais de ce Champignon pourvu de ses filaments fertiles ordinaires, sans rien de plus; ce feutre provient directement des spores flottantes. Le résultat a été semblable avec d'autres Champignons, tels que l'*Ustilago Carbo*, le *Stachylidium pulchrum*, de la levûre de bière sèche et pulvérisée, etc. Mais comme il est fort rare, ainsi que je l'ai dit plus haut, qu'on puisse obtenir ces spores sans mélange, l'apparition, dans ces expériences, de *Penicillium*, *Bacterium*, etc., n'a rien qui doive surprendre. Le liquide n'a pas fermenté ou l'a fait faiblement, ce qui s'explique parce que les spores sèches se sont éle-

vées à la surface et sont venues y flotter. Dans la solution de sucre cuite, le *Stachylidium* a développé un mycelium et quelques chapelets de conidies, comparables au ferment, sans développer de gaz. Dans un autre cas, il ne s'est produit que des filaments de mycelium, mais à côté se montrait, évidemment par l'effet de la présence accidentelle de saletés étrangères, une grande quantité de *Bacterium Termo* qui ont rendu le liquide laiteux et ont déterminé une faible fermentation. Au bout de quatorze jours, le tout s'était déposé comme un précipité délié, composé en majeure partie de *Bacterium* morts avec quelques-uns encore vivants et en mouvement, qui s'étaient divisés en leurs différents articles (normalement ils commencent par être reliés les uns aux autres en forme de chaîne) (1). Les spores du *Leocarpus vernicosus* sont restées absolument sans action, comme si elles étaient mortes. La levure sèche a perdu, ce semble, sa force végétative; au lieu de cellules de ferment, elle a donné un gazon superficiel de *Penicillium glaucum*. Dans plusieurs cas, le liquide s'est rempli uniquement de Bactéries, après quoi il a fermenté. L'*Ustilago Carbo* a germé, a développé des mycelium étrangers, qui appartenaient au *Penicillium*, quelques chapelets de conidies, des Bactéries, et a déterminé une légère fermentation. L'*Uredo longissima* (en état de germer) n'a produit aucune fermentation. Les spores mortes, ou en état de germer, n'exercent aucune action sur le liquide.

Si l'on remplace le petit tube fermé à ses deux bouts par un tube ouvert, on reconnaît que, même sans humectation directe, la simple vapeur de l'eau bouillante tue les spores; dans ce cas, le liquide reste inaltéré absolument comme si l'on n'avait pas ajouté de spores.

En réalité, on ne peut faire des expériences sans que la poussière qui flotte dans l'air apporte dans le liquide quelques spores de Champignons; mais l'ébullition les fait périr.

On sait depuis longtemps que la poussière, surtout dans les

(1) Mes observations sur le *Bacterium Termo*, qui est un véritable Schizomycète et qui se développe non-seulement dans les liquides, mais encore dans l'air humide, ne concordent pas entièrement avec celles de M. Cohn (Ueber *Zoogloea Termo* in *Nova Act. L.*, vol. XXIV, par. I, plan. XV, fig. 9).

habitations, renferme des spores de Champignons; je m'en suis moi-même assuré plusieurs fois; j'ai même fait germer ces spores. On comprend sans peine que, par exemple, les fentes entre les planches, grâce aux lavages fréquents des appartements, qui font arriver beaucoup d'eau entre et sous les planches, sont très favorables au développement d'abondantes moisissures, même dans les maisons propres (1). Quant à une multitude d'habitations ou de lieux sales et humides, il n'est pas même besoin d'en parler. Les spores se déposent aussi en abondance dans le mucus nasal, par l'effet du mécanisme de la respiration.

Lorsqu'on met un liquide organique, qu'on a fait préalablement bouillir, dans une fiole ventrue et à goulot étroit, laissée ouverte, on voit se former, au bout de peu de jours, sur la surface du liquide, un petit gazon de moisissures, qui se trouve exactement au-dessous de l'ouverture, si ce vase est resté parfaitement en repos; il est donc évident que les spores ont dû y tomber de l'extérieur.

Les expériences que je viens de rapporter jettent du jour sur le procédé d'Appert pour la préparation des conserves de haricots, de pois, etc., dans des boîtes de fer-blanc, ainsi que sur la plupart de nos méthodes de conservation des substances liquides ou humides. La première opération, qui consiste à cuire et préparer les légumes, tue les nombreuses spores de Champignons qui s'y trouvaient. Ensuite vient la soudure hermétique du vase. La seconde ébullition, pendant laquelle on tient le vase dans l'eau bouillante, a pour objet de tuer les spores qui ont pu s'introduire dans celui-ci avant ou pendant sa fermeture; une seule spore suffirait pour détruire tout l'effet de l'opération. On voit que cette explication fort simple diffère essentiellement de celles que donnent les chimistes, qui se basent sur l'idée purement hypothétique du défaut d'action de l'oxygène sur l'albumine cuite, etc.

On suit encore une autre méthode. Ainsi on conserve des cerises

(1) Ce passage se rapporte à l'usage qu'on fait habituellement en Allemagne, de simples planchers fréquemment lavés, en place de nos parquets de chêne cirés et non lavés. (NOTE DU TRADUCTEUR.)

et autres fruits analogues en les mettant sans préparation dans un vase de verre qu'on bouche avec une peau de vessie mouillée et qu'on expose pendant une demi-heure à la chaleur de l'eau bouillante. La peau de vessie est une sorte de tissu serré, formé de fibres susceptibles de se gonfler, qui n'empêchent la pénétration de l'air qu'imparfaitement et seulement quand elles sont humides, qui laissent même filtrer les liquides aqueux. Cependant dans les vases qu'on bouche ainsi, il ne s'opère pas de décomposition, et la seule cause en est évidemment que la vessie est un filtre trop serré pour laisser passer des spores de Champignons.

En même temps cette observation prouve de nouveau que la génération spontanée est simplement un rêve, bien que, dans ces derniers temps, beaucoup de personnes s'en soient déclarées partisans, surtout en France. Le libre accès de l'air ne donne pas lieu lui-même à la moindre formation d'Infusoires, de Champignons ni de Bactéries, comme le prouve l'expérience que je vais rapporter, pourvu qu'un simple changement de position dans l'ouverture des vases rende impossible la pénétration des germes de ces organismes.

On prend un petit matras rempli à moitié d'un liquide organique, et dont l'ouverture est bouchée avec un bouchon de liége. A travers ce bouchon on fait passer un tube de verre de 3-5 millimètres de largeur, dont l'extrémité libre et extérieure est recourbée vers le bas sur une longueur de 3 à 6 centimètres. On fait bouillir le liquide dans le matras pendant une heure; on ferme ensuite l'extrémité du tube avec un tampon de ouate qu'on enlève seulement après que le tout s'est entièrement refroidi. La substance organique se trouve dès lors en communication directe et parfaitement libre avec l'oxygène de l'air extérieur; cependant elle reste pendant six mois et plus, malgré les plus hautes températures de l'air, parfaitement fraîche, inaltérée, dépourvue d'Infusoires et de Moisissures; évidemment cette parfaite conservation est due seulement à ce que les spores, flottant dans l'atmosphère, ne peuvent y tomber. Les choses se passent ainsi pour le bouillon de viande, le moût de bière, le lait (qui du reste se coagule), les ferments cuits, les pois cuits, des morceaux de pommes, même

pour l'urine qui reste parfaitement claire, faiblement acide et qui ne dégage pas du tout de carbonate d'ammoniaque.

Cette expérience est beaucoup plus simple et plus concluante que celles dans lesquelles on fait passer l'air à travers l'acide sulfurique. En effet, dans cette dernière manière d'agir, quelques spores, protégées par la vésicule d'air qui les entoure, peuvent arriver intactes jusqu'au liquide, surtout lorsque le passage de l'air à travers l'acide s'opère un peu vite. On peut faire la même objection au passage de l'air à travers un tube de verre chauffé au rouge sur une partie de sa longueur, comme l'ont fait MM. Doepping et Struve.

D'après cela, si nous considérons les décompositions des substances organiques en général, nous voyons que la plupart d'entre elles, abstraction faite de celles qui ont pour cause l'affinité ou une action de surface, dépendent évidemment de l'action de membranes cellulaires vivantes. Toute l'activité chimique des organismes vivants repose sur cette action ; c'est là leur état physiologique. Une forme particulière de décomposition des substances organiques, indépendante de la vie physiologique des organismes auxquels elles appartiennent, c'est la pourriture, et elle paraît occasionnée par la végétation de Champignons et d'Infusoires, peut-être aussi par les cellules mourantes de l'organisme lui-même, c'est-à-dire encore par la végétation de cellules. Une autre forme particulière est la fermentation, simple division des groupes d'atomes organiques ; or, elle se rattache essentiellement au ferment (1). Jusqu'à présent on ne connaît pas d'autre ferment alcoolique. La synaptase fraîche (émulsine) décompose sur-le-champ l'amygdaline ; pour la fermentation alcoolique on ne peut l'employer qu'après qu'elle est restée longtemps à l'air, ce qui la trouble et, d'après M. R. Wagner, donne naissance à du ferment (2). Si l'acide cyan-

(1) Voyez les travaux de M. Pasteur : *Comptes rendus*, t. XLV, p. 913 et 1032.

(2) C'est ici le lieu de rappeler les observations faites par M. Schacht sur la réduction du calomel et la formation d'acide cyanhydrique de l'amygdaline sous l'influence de Champignons. Voyez son *Lehrbuch d. Anat. u. Phys. d. Gew.* Voyez aussi Traube, dans le *Jahresber. f. Chemie* de M. Kopp, 1858, p. 229.

hydrique, enfermé dans un tube fermé à la lampe, se décompose spontanément; si à la lumière les matières colorantes de nature végétale pâlissent, le nitrate d'argent est réduit, le chlore se combine avec l'hydrogène; si l'empois, traité par l'acide sulfurique, ou la salive, ou l'extrait de malt frais, se change immédiatement en sucre; dans tous ces cas, il ne peut être question d'influences vitales. Mais il en est tout autrement pour les décompositions de corps organisés, vivants ou morts, qui ont lieu fréquemment et librement dans la nature et qu'accompagne un dégagement gazeux ou la putréfaction. Des décompositions sont déterminées de mille manières différentes, tantôt par action de surfaces, par affinité, tantôt par dissolution spontanée de la faible connexion qui unissait les molécules entre elles. Mais, dans les phénomènes de la fermentation et de la putréfaction, on ne peut s'empêcher, dans l'état actuel des choses, de déduire ce qui a lieu d'une action vitale. Dans ces cas, il faut admettre un *ébranlement moléculaire*, résultant d'un trouble dans l'équilibre des molécules, qui reconnaît pour cause l'action de la membrane de cellules en voie d'accroissement, c'est-à-dire de déplacement des atomes.

Je laisse indécise la question de savoir si l'acide carbonique est le produit d'une sécrétion s'opérant à l'intérieur des cellules, ou s'il est produit extérieurement à leur surface. Dans l'intérieur des cellules de ferment normales et actives, on ne voit jamais une bulle de gaz (on doit se garder de prendre pour telles les vacuoles); néanmoins ce gaz pourrait exister dans leur intérieur dissous comme il l'est dans le sang. Dans l'état actuel de la science, je ne vois pas de moyen pour résoudre cette question par l'observation directe. Il est certain que, pour la fermentation, on doit accorder beaucoup d'importance à la végétation du ferment qu'on a regardé à tort comme « rappelant les formations fongiques inférieures », ou comme « d'importance secondaire » dans la fermentation alcoolique, et qu'on fait provenir d'albuminates, tandis qu'il est composé en grande partie de cellulose (1) et que l'acide sulfurique le trans-

(1) D'après M. Payen, le ferment est composé de 62 p. 100 de substances azotées, de 29 de cellulose, etc. (*Mém. des savants étrangers*. 1839).

forme en sucre... Il est certain que le développement d'acide carbonique dans les solutions sucrées se relie immédiatement aux cellules du ferment, et qu'il n'est pas dû à une substance soluble, susceptible de diffusion, en voie de transformation; c'est ce qui résulte des expériences suivantes.

1. Des spores, parfaitement sans mélange, de *Penicillium* ou d'*Ascophora*, déterminent une fermentation complète et normale dans une solution sucrée cuite ou dans le moût de bière; le liquide renferme ensuite du ferment.

2. S'il se produit alors des mycelium, on peut voir, même à l'œil nu, que le développement gazeux commence toujours dans ces flocons.

3. Si l'on partage une solution sucrée ou bien du moût récemment cuit, mis dans un tube à réactifs, en deux moitiés séparées par une cloison de ouate bien tassée, et si l'on met ensuite du ferment dans la moitié supérieure de ce liquide, la fermentation s'opère uniquement dans celle-ci, et elle peut aller jusqu'à en faire disparaître tout le sucre, tandis qu'elle n'a pas lieu dans la moitié inférieure du même tube. Au bout de quelques jours il sort de la ouate et en dessous quelques bulles de gaz qui augmentent peu à peu au point de former une couche gazeuse épaisse de 6 à 13 millimètres qui isole entièrement le liquide inférieur; le sucre reste tout à fait inaltéré dans celui-ci.

4. Si l'on remplit en partie un tube à réactifs avec une solution sucrée ou avec du moût de bière cuit depuis peu, qu'on dispose ensuite ce tube obliquement et qu'après le refroidissement on mette un peu de ferment dans sa portion antérieure, où le liquide a peu de profondeur, on voit la fermentation se déclarer sur ce point et ne s'étendre latéralement qu'à quelques millimètres de distance, pendant que la plus grande partie du liquide ne subit aucune altération. Cela tient à ce que le ferment n'a aucun moyen pour s'étendre horizontalement, tandis que si le vase est disposé verticalement, les bulles de gaz qui s'élèvent contribuent à en répandre uniformément partout les cellules.

Au reste, la production d'acide carbonique gazeux se relie exclusivement à la forme en ferment du mycelium aquatique; mes

observations m'ont appris que la forme purement filamenteuse ne donne lieu à aucun développement gazeux.

Cette influence énergique et profonde qu'exercent certaines végétations fongiques sur les liquides organiques fait disparaître tout le merveilleux qu'il semble y avoir dans les ravages exercés par des Moisissures dans les grandes maladies des plantes. Il n'est plus possible de discuter encore pour savoir si, dans ces cas, les Champignons sont la cause du mal, ou un phénomène accidentellement concomitant, ou bien absolument sans importance. Les recherches qui ont été faites jusqu'à ce jour sur les différentes maladies des vers à soie, sur celle des abeilles, sur la maladie de la pomme de terre, de la vigne, etc., nous montrent que nous avons affaire ici à la véritable cause; nous voyons aussi que, parmi ces Champignons et Infusoires (en supposant, on le conçoit, des conditions extérieures convenables qui ne se présentent pas toujours, ou même une combinaison particulière de circonstances météorologiques), il y a, d'un côté, des êtres fort utiles, comme les ferments; tandis que, d'un autre côté, nous devons reconnaître dans d'autres des agents chimiques puissants, agissant en grand, destinés à préparer la transformation des substances organiques en combinaisons plus simples, faculté qui en fait quelquefois des ennemis redoutables pour les plantes, les animaux et peut-être aussi pour l'homme. Sous ce dernier rapport, il faudra des recherches ultérieures, particulièrement eu égard à la contagion.

Quant à la maladie de la Pomme de terre, la question peut être considérée comme résolue depuis la belle découverte de M. Speerschneider; aussi est-ce uniquement parce que quelques personnes n'ont pas réussi à vérifier l'exactitude des énoncés de cet habile observateur, que je vais rapporter succinctement les résultats de mes propres observations sur ce sujet.

1. Des tubercules malades ont été partagés et leur section a été appliquée contre celle de moitiés de tubercules sains; le tout ainsi disposé ayant séjourné dans la terre humide, l'altération se communique aux moitiés saines. On trouve ensuite dans les portions attaquées de celles-ci des filaments de mycelium semblables à

ceux que le *Peronospora Solani* présente dans l'intérieur des feuilles (1).

2. Vingt tubercules parfaitement sains de pommes de terre tardives ont été lavés et enveloppés de feuilles de cette plante remplies de *Peronospora;* on les a couverts ensuite d'une couche mince de terre et on a arrosé journellement. Au bout de seize jours, il n'y en avait que trois de malades. Cette expérience a été faite au commencement du mois d'octobre 1859, c'est-à-dire à une époque où la peau des pommes de terre était évidemment déjà trop endurcie par la développement des cellules subéreuses pour se laisser percer par le mycelium du Champignon.

3. A la même époque, vingt moitiés de pommes de terre fraîchement coupées ont été couvertes, sur leur tranche, de feuilles riches en *Peronospora ;* on les a mises ensuite en pleine terre en les recouvrant d'une couche très mince ; on a arrosé chaque jour. Au bout de seize jours, toutes étaient malades, atteintes de pourriture sèche pour les unes, humide et très avancée pour les autres ; le mycelium se retrouvait profondément à leur intérieur, comme dans la première observation. Dans presque tous les cas, la maladie était partie principalement ou exclusivement de la tranche ; sur beaucoup de points elle avait déjà pénétré à 2 centimètres de profondeur. L'observation au microscope a montré que le brunissement, c'est-à-dire la mortification des cellules, était très étendu comparativement au nombre encore faible des filaments de mycelium. D'où l'on voit que l'action de ceux-ci n'est pas circonscrite à la substance cellulaire qu'ils touchent. Des moitiés de tubercules traitées de la même manière, ont été mises dans une serre froide, en pots, leur tranche en dessus et couverte de feuilles infestées de *Peronospora ;* on les a recouvertes ensuite d'une couche de 3 millimètres de terre ; après quoi on a arrosé chaque jour. Au bout de onze jours, toutes, au nombre de dix, étaient malades,

(1) Fresenius a déjà démontré depuis longtemps l'existence du Champignon de la pomme de terre sur les tubercules (*Flora*, 1847, n° 1, fig. 7, *Botrytis infestans*). M. Schacht a prouvé que le *Fusisporium Solani* et l'*Oidium violaceum* sont la même chose. Le mycelium du *Peronospora Solani* n'est pas coloré en bleu par l'iode, dans les feuilles ni dans les tubercules.

quelques-unes superficiellement, la plupart jusqu'à une grande profondeur. On y voyait le mycelium, comme dans les précédentes. D'un autre côté, des tubercules également partagés et traités de même, n'ont pas été atteints par la pourriture.

5. Au même moment, des tubercules coupés par moitié ont été mis en terre, dans des pots, la tranche en haut; on a couvert leur tranche d'une couche d'environ 3 millimètres de terre qu'on avait passée à travers un tamis fin, et sur cette couche on a posé des feuilles atteintes par le *Peronospora*. On a arrosé journellement. Au bout de onze jours, sur six moitiés, il y en avait quatre de malades, en partie très profondément et surtout à partir de la section.

6. J'ai réussi quelquefois, mais rarement, à infecter, avec du *Peronospora* frais, de jeunes feuilles saines de pomme de terre. Pour y parvenir, j'ai attaché des feuilles malades contre la face inférieure d'une feuille saine; j'ai mouillé et sur le tout j'ai posé une cloche de verre, pour conserver l'humidité (fin de juillet 1856).

7. Le *Peronospora* existe sur les tiges des pommes de terre.

8. Au mois de septembre 1856, j'ai reconnu que la fane de la pomme de terre peut être fortement infectée de *Peronospora*, tandis que les tubercules sont épargnés, si le temps est constamment sec et avec du soleil.

9. Ce n'est pas le *Peronospora* qui produit toutes les taches des feuilles de pommes de terre malades. Ainsi, en 1859, il a eu deux périodes parfaitement distinctes : 1° au mois d'août : temps sec. Les places tachées des feuilles ne présentent pas de *Peronospora*, mais principalement le *Sporidesmium fuscum* Bon., *Cladosporium herbosum* Lk., *Stemphylium*, *Ascophora*, *Sporotrichum*, *Trichothecium*. 2° A la fin de septembre, après une période très fraîche, humide et sans soleil, le *Peronospora* s'est montré tout à coup en grande quantité; les fanes sont mortes aussitôt; au bout de peu de jours il y avait beaucoup de tubercules malades.

10. Avec des feuilles de pomme de terre et de diverses autres plantes, qui étaient attaquées par des Champignons autres que le *Peronospora*, je n'ai pas pu parvenir à déterminer la maladie des

tubercules, en procédant comme je l'ai dit à la troisième observation ci-dessus.

De ce qu'on vient de voir découle ce qui suit comme résultat final, relativement à la maladie des pommes de terre.

Après des pluies abondantes et continues, accompagnées d'une température fraîche, qui arrête l'évaporation, et en l'absence du soleil (1), le *Peronospora Solani* se développe en immense quantité sur les feuilles de la pomme de terre et en fait périr rapidement le feuillage en y produisant des taches de brûlure. Les spores, à leur maturité, tombent sur la terre; et, si l'humidité ainsi que la chaleur sont suffisantes, elles y développent leurs filaments germinatifs qui pénètrent dans les tubercules couverts d'une peau encore mince (M. Kühn a montré que, en outre, les tubercules jeunes sont pourvus de stomates), et y déterminent la pourriture, c'est-à-dire la maladie de la pomme de terre. Après s'être introduits dans ces tubercules, ils altèrent le contenu des cellules, finalement les parois cellulaires et la fécule, et ils amènent enfin la décomposition.

Ainsi les observations de M. Speerschneider (2), que celles dont je viens d'exposer les résultats confirment de tout point, ont résolu dans sa partie essentielle, le problème qui a tant occupé les esprits et mis en mouvement tant de plumes.

Dès lors, voici les indications qui s'offrent à l'esprit pour un traitement curatif ou plutôt préventif de la maladie de la pomme de terre.

Aussitôt que, après la combinaison de circonstances que je viens d'indiquer, le feuillage de la pomme de terre présente une sorte de revêtement blanchâtre (*Peronospora*) et meurt en se tachant, on est menacé de la pourriture des tubercules, à moins qu'il ne règne une sécheresse continue. Ce qu'il y a de plus convenable alors, c'est de couper les fanes et de les détruire. Il peut être utile,

(1) Voyez Hoffmann *Pflanzenklimatologie*, p. 195, 196, 247; 1857, ainsi que 6er *Bericht der Oberhess. Ges. f. Nat. u. Heilkunde*, p. 15, 1857; et 7er *Bericht*, p. 66, 1859.

(2) *Botanische Zeitung*, n° 8 de 1857.

dans certains cas, d'arroser la terre où sont les tubercules avec du lait de chaux ou une solution de chlorure de calcium, ou bien, comme pour les vignes malades, de soufrer, le tout afin de détruire la faculté germinative des spores de Champignons. Enfin, si la maladie a déjà commencé d'atteindre les tubercules, il faut, avant de les enfermer, les laver et les faire sécher. La suppression des fanes, à l'époque où les tubercules sont déjà formés, ne paraît pas avoir d'inconvénients. D'après mes observations, cette époque arrive ici, sept semaines après que les tubercules ont commencé de se former, quatorze semaines après la plantation des pommes de terre tardives, douze semaines après celle des pommes de terre hâtives. Dans tous les cas, les inconvénients que pourrait amener, relativement à l'accroissement des tubercules, la suppression des fanes, à la fin du mois d'août ne peuvent être qu'insignifiants.

Sans nous faire juge de la valeur des expériences de MM. Herm. Hoffmann et Speerschneider, nous rappellerons que celles d'un habile observateur, M. Harting, l'ont amené à des résultats diamétralement opposés. Le travail de M. Harting, inséré dans le volume VI des *Annales des sciences naturelles*, 3e série, page 42, se résume ainsi :

1° Ni la substance malade des tubercules, ni les sporules prises sur les différents Champignons qu'on y rencontre, ne produisent la maladie lorsqu'elles sont appliquées sur l'épiderme *parfaitement intact d'une pomme de terre saine*.

2° La substance malade seule, prise pendant la première et la seconde période, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a encore aucune trace de Champignon, communique la maladie aux tubercules sains *privés d'épiderme*.

3° Les sporules des différents Champignons, appliqués sur le tissu parfaitement sain, mais *privé d'épiderme*, n'ont jamais donné naissance à des Champignons appartenant à l'espèce qui les avait fournis, et jamais l'endroit inoculé n'a contracté la maladie.

4° Non-seulement il a été possible de communiquer la maladie aux tubercules des pommes de terre par l'application, *sur un tissu dénudé*, de la substance malade, mais on pouvait, par le même procédé (c'est-à-dire en altérant le tissu), communiquer la maladie au tissu des poires, des pommes et même des navets.

5° D'après tous ces faits, M. Harting croit qu'on peut appeler la maladie des pommes de terre *une ulmification ou humification qui débute dans l'albumine contenue dans le suc cellulaire pour se propager ensuite aux autres substances qui y sont dissoutes, tandis que plus tard la fécule et enfin les parois cellulaires prennent aussi leur part à la transformation moléculaire générale.* (Réd.)

RECHERCHES

SUR

LA MATIÈRE COLORANTE VERTE DES FEUILLES,

Par M. E. FRÉMY.

(*Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 27 février 1860.)

La substance verte des feuilles, qui est si abondamment répandue dans l'organisation végétale et qui paraît exercer de l'influence sur la respiration des plantes, a toujours été regardée comme un des corps les plus importants du règne organique ; aussi a-t-elle donné lieu à de nombreuses recherches de chimie et de physiologie végétales.

Les travaux de M. Hugo Mohl ont jeté le plus grand jour sur tous les points d'anatomie qui se rapportent à la constitution de cette singulière substance ; ses propriétés chimiques ont été particulièrement examinées par Pelletier et Caventou, par Clamor Marquart, par Berzelius, par Mulder et en dernier lieu, d'une manière remarquable, par M. Morot.

Les résultats constatés par les savants que je viens de citer sont intéressants, et je ne manquerai pas de faire ressortir leur importance lorsque je publierai le détail de mes expériences ; mais ils laissent encore bien des questions à résoudre.

Ainsi certains observateurs considèrent la matière verte des feuilles comme un principe immédiat qu'ils désignent sous le nom de *chlorophylle ;* d'autres admettent que la coloration des feuilles est due au mélange de plusieurs matières différentes : les uns pensent que la chlorophylle est azotée, les autres lui donnent une composition ternaire : dans une communication récente,

M. Verdeil annonçait que la chlorophylle présentait quelques rapports avec la matière colorante du sang et qu'elle contenait du fer comme elle.

En présence de résultats qui offrent entre eux de si grandes différences, il paraît évident que la matière colorante des feuilles n'a jamais été obtenue à l'état de pureté, que dans cette question délicate les ressources de l'analyse immédiate n'ont pas été entièrement épuisées, et que ce point intéressant de la chimie végétale exigeait de nouvelles recherches.

Dans cette persuasion, j'ai repris l'examen de la matière verte des végétaux : cette étude rentrait du reste dans le cadre des questions que je voulais aborder dans mes recherches générales de chimie appliquée à la végétation.

Avant de chercher les analogies plus ou moins contestables qui peuvent exister entre la chlorophylle et les corps qui l'accompagnent dans la végétation, j'ai pensé qu'il fallait déterminer d'abord la constitution de cette matière verte, et surtout examiner si elle est simple, quant à sa couleur, ou si elle ne résulte pas du mélange ou de la combinaison d'un corps bleu avec un corps jaune.

On sait avec quelle facilité l'alcool dissout la matière colorante des feuilles; ce liquide donne par l'évaporation une huile verte fort complexe désignée autrefois sous le nom de chlorophylle et à laquelle je conserverai ce nom provisoirement, quoiqu'elle contienne, comme on l'a démontré plus tard, plusieurs principes immédiats différents.

Sans me préoccuper des corps gras qui, dans la chlorophylle, accompagnent obstinément la substance verte et que l'on ne peut éliminer qu'au moyen de réactifs énergiques qui modifient toujours la matière colorante, j'ai voulu agir directement sur l'huile verte et déterminer avant tout la nature du principe coloré qu'elle contient.

Pour rechercher si la matière colorante des feuilles est composée de deux principes différemment colorés, j'ai eu recours d'abord à une méthode dans laquelle la matière verte des feuilles est mise en présence d'un corps dont l'affinité pour les substances colorantes peut être modifiée à volonté ; dans ce but, j'ai choisi l'alumine

hydratée : l'affinité de cet hydrate se trouve augmentée ou diminuée par des additions d'eau ou d'alcool absolu.

En développant ainsi avec lenteur l'affinité de l'alumine pour les corps colorés, j'avais l'espoir de décomposer la matière verte des végétaux, en admettant qu'elle fût formée par un mélange de substance jaune et de substance bleue qui pourraient avoir, pour l'oxyde métallique, des affinités différentes.

J'ai donc introduit de l'alumine hydratée dans une dissolution alcoolique de chlorophylle : la matière colorante, étant retenue d'abord par l'alcool, ne se combine pas avec l'oxyde métallique; mais si, par des additions d'eau successives, on diminue de quelques centièmes la force alcoolique du liquide, il arrive un moment où l'affinité de l'alumine pour la matière colorante peut s'exercer et la combinaison se déterminer.

En faisant varier les conditions de cette expérience, j'ai pu opérer jusqu'à un certain point le dédoublement de la chlorophylle : comme la matière jaune des feuilles paraît avoir moins d'affinité pour l'alumine que n'en a l'autre substance colorée, lorsque la liqueur est très alcoolique, j'obtiens une laque verte très foncée, tandis que l'alcool retient en dissolution une substance d'un beau jaune : quand, au contraire, la dissolution est étendue d'une quantité d'eau considérable, toute la matière colorante s'unit à l'alumine et produit une laque d'un vert jaunâtre qui rappelle exactement la coloration des feuilles. Dans cette série d'expériences, j'ai donc éliminé une certaine partie de la matière jaune contenue dans la chlorophylle ; j'ai même obtenu une matière verte plus foncée que celle qui existe dans les végétaux, mais il m'a été impossible de pousser plus loin le dédoublement et d'obtenir des laques bleues.

Agissant alors sur la combinaison d'alumine et de chlorophylle, j'ai pensé qu'en la décomposant par des réactifs faibles qui pourraient exercer sur elle une action inégale, j'isolerais peut-être les principes qui par leur réunion formaient la couleur verte.

L'emploi des dissolvants neutres, tels que l'alcool absolu, l'éther, le sulfure de carbone, l'essence de térébenthine, devait me donner des résultats intéressants : j'ai reconnu, en effet, que ces liquides

décomposent inégalement les combinaisons d'alumine et de matière colorante.

Les uns, comme le sulfure de carbone, portent principalement leur action sur le composé d'alumine et de principe jaune, ils peuvent donc être employés pour extraire ce dernier corps et foncer la teinte verte du résidu ; les autres, comme l'éther, l'alcool ou l'essence de térébenthine, agissent d'une manière égale sur les différentes parties qui forment la laque et isolent la matière verte avec sa première teinte ; lorsque ces différents dissolvants sont employés successivement et après le sulfure de carbone, ils donnent des substances vertes qui sont plus bleuâtres que les premières ; par cette méthode je modifiais donc encore la teinte de la substance verte, mais je n'obtenais pas son dédoublement.

Tous ces résultats, quoique incomplets, étaient cependant importants pour moi, puisqu'ils me prouvaient qu'il était possible, par l'emploi de certains réactifs, de séparer en partie le corps jaune contenu dans la chlorophylle et de produire des matières vertes contenant plus de bleu que la substance verte normale. Ces changements de teinte de la chlorophylle semblaient donc prouver que sa couleur verte est due réellement au mélange d'un corps bleu et d'un corps jaune.

Les expériences synthétiques que je vais décrire devaient, à cet égard, me donner des enseignements que l'analyse m'avait refusés. J'ai pensé que, s'il m'était possible de décolorer la matière verte des feuilles et de reproduire ensuite sa coloration première, je pourrais peut-être saisir les corps colorés au moment de leurs transformations et les séparer avant que leur mélange pût s'effectuer de nouveau.

J'ai été assez heureux pour réaliser cette séparation dans des circonstances curieuses que je vais faire connaître.

Les corps réducteurs qui opèrent si facilement la décoloration de plusieurs principes colorés n'agissent pas sensiblement sur la chlorophylle ; mais j'ai reconnu que sous d'autres influences, et principalement par l'action des bases, la matière verte des feuilles se change en une belle couleur jaune que l'alcool dissout avec facilité.

Ce corps jaune, semblable à la substance verte, peut contracter avec l'alumine une combinaison insoluble et former une belle laque jaune, qui cède ensuite sa matière colorante aux dissolvants neutres, tels que l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone : l'industrie pourra peut-être utiliser un jour ces laques vertes et jaunes que l'on peut produire si facilement avec la chlorophylle.

En soumettant la matière jaune précédente à l'action de certains réactifs, j'ai pu rendre à l'alcool, qui la tient en dissolution, sa couleur verte primitive; quelques acides et surtout l'acide chlorhydrique opèrent facilement cette transformation remarquable.

La double réaction que je cherchais était donc trouvée; au moyen des expériences que je viens de décrire, je pouvais, à volonté, décomposer et reproduire la couleur verte des feuilles.

Il restait à résoudre la seconde partie de la question qui était la plus difficile. En admettant que la substance verte fût composée de bleu et de jaune, il fallait séparer, au moment de leur formation, les deux corps qui, par leur mélange, reproduisaient la matière verte.

Après des essais multipliés que les chimistes comprendront facilement, mais dont les détails ne peuvent trouver place dans cet extrait, je suis arrivé à empêcher les deux couleurs différentes de se mélanger au moment de leur formation, et j'ai pu décomposer le vert des feuilles en bleu et en jaune.

Pour arriver à ce dédoublement, j'ai employé simultanément deux liquides agissant d'une manière différente sur les deux éléments de la couleur verte et ne pouvant pas se mélanger ensuite : l'éther et l'acide chlorhydrique m'ont paru réaliser ces deux conditions de la manière la plus complète. Je savais, en effet, que l'acide chlorhydrique avait la propriété non-seulement de dissoudre la matière colorante des feuilles, mais de la régénérer lorsqu'elle est détruite; et de plus, des essais préalables m'avaient également appris que la substance jaune était très soluble dans l'éther.

Voulant donc séparer les deux matières colorantes qui donnent à la chlorophylle sa couleur verte, j'introduis dans un flacon bouché à l'émeri un liquide composé de deux parties d'éther et d'une partie d'acide chlorhydrique étendu d'une petite quantité

d'eau ; j'agite fortement le flacon, de manière à saturer l'acide chlorhydrique d'éther, des expériences m'ayant appris que, si l'acide est trop concentré, il décompose la matière colorante et que son action dissolvante est très énergique lorsqu'il est ainsi saturé d'éther.

En soumettant alors à l'action de ce liquide le corps qui provient de la décoloration de la chlorophylle, et agitant la liqueur pendant quelques secondes, on voit se produire une réaction bien remarquable ; l'éther retient la matière jaune des feuilles et conserve une coloration d'un beau jaune ; tandis que l'acide chlorhydrique, réagissant sur la partie de la chlorophylle qui a été décolorée, reproduit une substance d'un bleu magnifique.

Les deux couleurs de la chlorophylle, le bleu et le jaune, se trouvent donc ainsi isolées et ne peuvent plus se mélanger pour produire une teinte verte, puisqu'elles sont retenues par deux liquides différents, l'éther et la liqueur acide ; si, au contraire, ces deux substances colorantes retirées des deux liquides précédents sont mélangées entre elles sous l'influence de l'alcool qui les dissout, elles donnent immédiatement une teinte verte comparable à celle que présente la chlorophylle.

J'ai donné le nom de *phylloxanthine* à la matière jaune soluble dans l'éther, et de *phyllocyanine* à la matière bleue qui reste en dissolution dans la liqueur acide. Le corps jaune qui résulte de l'altération de la phyllocyanine et qui peut la reproduire sous certaines influences, sera étudié sous le nom de *phylloxanthéine*.

Il n'est pas inutile de faire remarquer ici que la phyllocyanine peut être produite à l'abri de l'air, qu'elle se forme sous l'influence de plusieurs acides et qu'elle dérive de corps solubles dans l'alcool et l'éther. Ces circonstances de formation empêchent de la confondre avec les corps bleus que forme l'acide chlorhydrique lorsqu'il agit, sous l'influence de l'oxygène, sur les substances albumineuses.

Après avoir prouvé qu'au moyen de la chlorophylle altérée on peut reproduire, par des réactions assez simples, une matière jaune et une matière bleue qui, par leur mélange, donnent la teinte verte des feuilles, j'ai pensé qu'il fallait aller plus loin et séparer

directement les deux substances colorées qui existent dans les feuilles ; en un mot, réduire le corps vert en matière jaune et en matière bleue.

J'ai pu encore réaliser cette décomposition : en soumettant, en effet, au mélange d'acide chlorhydrique et d'éther la chlorophylle obtenue au moyen de l'alcool, on voit la teinte verte brunir d'abord et se dédoubler ensuite en phyllocyanine qui colore en bleu la liqueur acide, et en phylloxanthine qui donne à l'éther une belle teinte jaune. Cette expérience curieuse peut être faite soit avec de la chlorophylle, soit avec des feuilles vertes desséchées.

Après avoir examiné la substance verte des feuilles et les corps qui en dérivent, il était intéressant de comparer cette matière avec la substance jaune qui se trouve dans les jeunes pousses et principalement dans les feuilles *étiolées*.

Il m'a été facile de reconnaître que, dans ces différentes circonstances physiologiques, la substance jaune des feuilles se trouve exactement dans le même état que celle qui résulte de la décomposition de la chlorophylle : j'ai pu l'extraire au moyen de l'alcool et la transformer partiellement en matière bleue sous la double influence de l'éther et de l'acide chlorhydrique.

Les feuilles étiolées soumises à l'action des vapeurs acides prennent rapidement une belle coloration verte ; il existe donc des rapports très simples entre les corps qui donnent aux feuilles leur coloration verte et ceux qui les colorent en jaune.

Les feuilles qui jaunissent en automne ne contiennent plus de phyllocyanine, et sont colorées uniquement par la phylloxanthine. En traitant ces feuilles jaunes par l'alcool et soumettant cette liqueur à la double action de l'éther et de l'acide chlorhydrique, je n'ai pas produit de traces de phyllocyanine, tandis que la substance jaune est restée en dissolution dans l'éther.

On voit donc que la phylloxanthine est beaucoup plus stable que la matière bleue ; c'est elle qui apparaît en premier lieu dans les feuilles et qui se retrouve encore dans les feuilles qui tombent : cette persistance de la substance jaune empêche que la phyllocya-

nine devienne apparente dans l'organisation végétale : en effet, on n'a jamais vu de feuilles bleues.

Tels sont les faits nouveaux que je me proposais de soumettre à l'Académie dans cette première communication sur la chlorophylle ; qu'il me soit permis de les résumer en quelques mots :

1° La substance verte des feuilles peut donner naissance à une matière bleue et à une matière jaune (1).

2° Ces substances colorantes contractent avec l'alumine des combinaisons insolubles dans lesquelles j'ai pu faire varier l'affinité de l'oxyde métallique pour la matière organique.

3° La matière bleue de la chlorophylle est plus altérable que la substance jaune : sous des influences variées elle peut perdre sa couleur bleue et la reprendre ensuite.

4° L'étude de ces phénomènes de décoloration m'a permis de dédoubler la matière verte des feuilles en bleu et en jaune, et de fixer ces couleurs dans deux liquides différents qui, ne pouvant plus se mélanger entre eux, empêchent la substance verte de se reproduire.

5° Comparant la couleur jaune des feuilles étiolées avec la couleur verte des feuilles insolées, j'ai démontré que le corps qui résulte de la décoloration de la phyllocyanine et que les réactifs produisent si facilement, existe dans l'organisation végétale ; il précède la matière verte ; il se trouve dans les jeunes pousses et

(1) Dans cette première communication, je suis loin d'avoir épuisé toutes les questions intéressantes qui se rattachent à la coloration des feuilles : comme l'a fort bien dit M. Chevreul, il sera utile de déterminer la nature de la substance rouge qui préexiste ou qui se forme à un certain moment dans plusieurs espèces de feuilles ; cette matière colorante me paraît présenter une grande analogie avec celle qui existe dans un grand nombre de fleurs roses ou rouges.

Je me propose également de rechercher si la phyllocyanine et la phylloxanthine n'ont pas été modifiées par les réactifs que j'ai employés, et si elles existent réellement dans les végétaux : dans ce dernier cas, les corps colorés se trouvent-ils en simple mélange ou en combinaison entre eux ? Pour résoudre ces points importants de chimie végétale, j'aurai particulièrement recours à l'action de la lumière qui, sous l'influence de la chlorophylle naturelle, donne naissance, comme on le sait, à des phénomènes fort remarquables.

dans les feuilles étiolées. Il se colore immédiatement en bleu sous l'influence des vapeurs acides; ces substances colorées présentent donc entre elles des relations très simples et dérivent probablement du même principe.

En communiquant à l'Académie ces faits nouveaux qui me paraissent éclaircir plusieurs points de la chimie végétale, je suis heureux de reconnaître que, dans ce travail, j'ai trouvé de nombreuses applications des principes que nous devons à notre illustre doyen de la section de chimie, M. Chevreul. J'ai compris avec quelle raison il recommande aux chimistes de n'avoir recours à l'analyse élémentaire que lorsque les corps sont obtenus dans un état de pureté absolue, et de revenir souvent à l'analyse immédiate organique, trop négligée aujourd'hui. C'est ainsi, en effet, que la chimie conservera son caractère de science naturelle, et qu'elle pourra résoudre des questions générales dont l'importance ne sera contestée par personne.

REVISIO

SELAGINELLARUM HORTENSIUM,

Auctore A. BRAUN.

Quum Selaginellæ species, quæ in hortis coluntur, quamvis Mettenius in opere *De filicibus hort. bot. Lipsiensis* egregie de iis egerit, pleræque etiam atque etiam nominibus aut erroneis, aut irritis designentur, novam et criticam specierum in dies numero auctarum recensionem haud superfluam esse æstimavi. Comparatis hunc ad finem omnibus, quæ in hortis, botanico Berolinensi et vicinis, inprimis Borsigiano et Augustiniano, suppetebant, cum collectionibus herbarii regii, plurimas species cultas ad species cognitas referre, nonnullas novas descriptionibus illustrare licuit. In quarum enumeratione sectiones vasti et difficillimi generis, quales clar. Spring in monographia *Lycopodiacearum* proposuit, utpote ex parte artificiosas magis quam naturales, non stricte secutus, sed distributione paululum mutata, habitus differentias magis respiciente usus sum.

CLAVIS SECTIONUM.

I. Folia homomorpha, undique directa : HOMOTROPÆ (HOMOPHYLLÆ Spr.).

A. Folia polysticha : *Polystichæ.*

a.) Bracteæ polystichæ : *Cylindrostachyæ* (*S. spinulosa* A. Br.).

b.) Bracteæ tetrastichæ : *Tetragonostachyæ* (*S. rupestris* Spr.).

B. Folia tetrasticha (et bracteæ tetrastichæ) : *Tetrastichæ* (*S. sanguinolenta* Spr.; *S. uliginosa* Spr.; *S. pumila* Spr.).

II. Folia dimorpha, tetrasticha, bifariam expansa : DICHOTROPÆ (HETEROPHYLLÆ Spr.).

A. Bracteæ homomorphæ, spicæ tetragonæ : *Tetragonostachyæ* (Hook. et Gr.).

a.) Caulis continuus, radices posticæ : *Continuæ* (Spr.).

α. Surculi repentes, undique radicantes, continue et indefinite crescentes aut, vegetatione interrupta, ex apice innovantes; folia plerumque undique dimorpha : *Repentes.*

* Parce ramosæ (*S. apus* Spr. et aff.).

** Expanse ramosæ (*S. helvetica* Lk.; *S. denticulata* Lk., etc.).

*** Pinnatim ramosæ (*S. serpens* Spr.; *S. uncinata* Spr., etc.).

β. Surculi adscendentes, sæpe radices aereas demittentes, pyramidatim vel fastigiatim ramosi : *Adscendentes.*

* E surculorum apicibus immutatis, sæpe ad terram recurvis innovantes, perennantes : *Persistentes* (*S. Martensii* Spr.; *S. flexuosa* Spr., etc.).

** Ex apicibus ramorum superiorum vel inferiorum mutatis, nonnunquam flagelliformibus et bulbilliferis vegetationem annuam repetentes : *Redivivæ* (*S. ciliata* A. Br.; *S. increscentifolia* Spr.; *S. abyssinica* Hochst. et Spr.).

γ. Surculi adscendentes, libere erecti vel scandentes, indefinite crescentes, ramis definite compositis, frondiformibus, ad basin utrinque (vel altero latere) soboliferis : *Proceres.*

* Erectæ, e surculi parte inferiore tantum soboliferæ (*S. inæqualifolia* Spr.).

** Scandentes (*S. lævigata* Spr.; *S. exaltata* Spr.?).

δ. Surculi erecti, basi radicantes et stolones hypogæos vel epigæos emittentes, inferne simplices, superne ramosi et in formam frondis definite compositæ expansi. Folia in caule primario plerumque homomorpha : *Caulescentes* (*S. pubescens* Spr.; *S. caulescens* Spr.; *S. flabellata* Spr., etc.).

ε. Surculi ordine spirali succedentes, circa sympodium centrale rosulati, frondiformes, basi præsertim radicantes, siccitate plerumque circinatim involuti : *Rosulatæ* (*circinatæ* Spr.) (*S. involvens* Spr.; *S. cuspidata* Spr.; *S. lepidophylla* Spr., etc.).

b.) Caulis ad ramorum originem articulatus, radices anticæ : *Articulatæ* (Spr.).

α. *Repentes* (ut supra).

* Expanse ramosæ (*S. hortensis* Mett.).

** Pinnatim ramosæ (*S. stolonifera* Spr.).

β. *Adscendentes* (*S. Pöppigiana* Spr., *S. Galeottii* Spr.).

γ. *Caulescentes* (*S. asperula* Spr.).

B. Bracteæ dimorphæ, bifariam expansæ; spicæ complanatæ : *Platystachyæ* (Hook. et Gr.).

a.) Bracteæ posticæ majores; spicæ non resupinatæ : *Pronæ* (*S. ciliaris* Spr.).

b.) Bracteæ anticæ majores indeque spicæ resupinatæ : *Resupinatæ* (species pleræque repentes vel adscendentes e. g. *S. myosuroides* Spr.; *S. Lychnuchus* Spr.; *S. stenophylla* A. Br., etc.).

SELAGINELLA.

Sectio I. — Homotropæ.

A. Polystichæ.

a.) Cylindrostachyæ.

1. S. spinulosa *A. Br.* in Döll. rh. Fl. p. 38; *S. spinosa* (Pal. d. Beauv.) Spr. monogr. II, 59; *S. selaginoides* Lk. h. Ber. II, 161.; *Lycopodium selaginoides* L.

In alpibus et subalpinis Europæ et Americæ borealis. Dispositio foliorum valde variabilis, spiralis aut rarius verticillata, ad $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$, $\frac{2}{7}$ (oblique versus $\frac{1}{4}$), $\frac{3}{11}$, in spicis insuper ad $(\frac{1}{2})\ \frac{2}{5}$, $(\frac{1}{2})\ \frac{3}{8}$, $(\frac{1}{4})\ \frac{1}{2}$. Plantula peren-

nis, repens, vage ramosa, ramis spicigeris elongatis erectis. Microsporæ sulphureæ! plerumque quaternatim (ad formam tetraedri) conjunctæ, singulatim $\frac{1}{25}$ mm. crassæ, sparsim et longe muricato-papillosæ, papillis s. aculeolis $\frac{1}{150}$ mm. longis, obtusis vel truncatis, rarius acutis, rarissime apice bipartitis malleiformibus. Macrosporæ magnitudine insignes, diam. $\frac{2}{3}$ mm., luteo-albæ, dense breviter papillosæ.

b.) Tetragonostachyæ.

2. S. RUPESTRIS *Spr.* monog. II. 55; *Lycopodium rupestre* L.

Species cosmopolitica, per Americam septentrionalem et australem, Africam australem et Indiam orientalem divulgata. Colebatur in hort. Anglicis t. Sweet. (Knze, *Ind.*, p. 35). Folia ad $\frac{5}{13}$ disposita; spicarum bracteæ decussatæ, concinne tetrastichæ. Microsporæ cinnabarinæ; macrosporæ albidæ. Maturas non vidi.

B. Tetrastichæ.

3. S. PUMILA *Spr.* monogr. Lycop. II, p. 60; *Lycopodium pumilum* Schlchtd. Adumbr. p. 6, t. 3; Lk. h. Ber. II (1833) p. 160; *L. pygmæum* et *L. bryoides* Kaulf. enum. p. 9 et 10.

Africa australis. Plantula annua, erecta, simplicissima aut parce ramosa, olim e sporis excussis speciminum a cl. Bergius missorum in horto Berol. culta. Caulis exacte tetragonus. Folia cathedra, inferiora opposita, superiora disjuncta, antitrope decussata. Bracteæ laxe tetrastichæ. Microsporæ miniatæ, pleræque tetraedrice cohærentes, $\frac{1}{30}$ mm. crassæ, tenuissime et densissime breviter papillatæ; macrosporæ luteo-albæ, $\frac{1}{2}$ mm. crassæ, grosse reticulato-exsculptæ.

SECTIO II. — DICHOTROPÆ.

A. Tetragonostachyæ.

a.) Continuæ.

a. Repentes.

* Parcius ramosæ, amentis terminalibus.

4. S. APUS *Spr.* monogr. p. 75; Lk. Fil. h. Ber. p. 159; Meit.

Fil. h. Lips. p. 123; *Lycopodium apodum* L.; *L. brasiliense* Raddi Fil. Bras. 82, t. I; Lk. h. Ber. II, 162.

Cæspitosa, humilis, flaccida, repens vel adscendens, laxe ramosa; foliis undique dimorphis, inferioribus remotis, lateralibus rectangule patentibus et leniter retrorsum arcuatis, late oblongis, antice duplo fere latioribus, acutiusculis, inconspicue marginatis, minute serrulatis, basi integra antice dilatata et rotundata caulem tegente; foliis intermediis duplo-triplo minoribus, adpressis, vix divergentibus, et basi integra obliqua oblongis, acuminatis, serrulatis; bracteis quam folia longioribus, patulis, et basi ovata sensim acuminatis, serrulatis.

In America septentrionali et meridionali (Canada; Carolina; *Beyrich;* Louisiana : v. *Chrismar;* Texas; *Lindheimer;* Brasilia, etc.). In hortis sub nomine *S. apodæ*, *apodæ minoris*, *densæ*, *brasiliensis* et (confusione nominum) *decompositæ* colitur, cæspitibus lætissimis, densioribus vel laxioribus perennans. Radices filiformes, tenuissimæ. Caulis tener, anceps potius quam tetragonus, antice et postice convexus, siccitate antice utrinque leviter exaratus. Folia (lateralia æque ac intermedia) simplici serie cellularum angustissimarum cincta, hinc sublente tenuissime et vix conspicue albo-marginata. Nervus foliorum lateralium sub apice evanescens, supra vix carinatus, subtus inconspicuus (vix sulcatus), foliorum intermediorum ad apicem excurrens, supra evidentius carinatus. Folia cæterum nunc remotiora, nunc confertiora, latiora vel angustiora. Spicæ magnitudine insignes, surculo vegetativo latiores, in caule primario et ramis superioribus terminales. Microsporæ fusco-rufæ (sub microscopio fusco-aureæ), $\frac{1}{23}$-$\frac{1}{34}$ mm. crassæ, subleves vel tuberculis depressis irregulariter exasperatæ. Macrosporæ luteo-albæ, vix ultra $\frac{1}{3}$ mm. crassæ, grosse reticulato-tuberculatæ.

Sel. albidula Spr., *l. c.*, p. 95, secundum specimina herbarii Willdenowiani mera varietas *S. apodæ*, foliis confertioribus, rigidioribus, pallidioribus, lateralibus evidentius acuminatis.

5. S. Ludoviciana *A. Br.; S. apus* γ *denticulata* Spr. l. c. p. 77.

Cæspitosa, elatior et rigidior, repens vel adscendens, laxe ramosa, foliis undique dimorphis, remotis, lateralibus subrectangule patentibus, non recurvatis, late oblongis vel ovatis, antice triente

fere latioribus, acutis vel breviter acuminatis, evidenter marginatis, serrulatis, basi integra antice dilatata et rotundata (nonnunquam subcordata) caulem tegente; foliis intermediis duplo-triplo minoribus, adpressis, subdivergentibus, e basi integra obliqua oblongis, acuminatis, late albo-marginatis; bracteis folia longitudine æquantibus, erecto-patentibus, ovato-lanceolatis, serrulatis.

Hab. in Louisiana. In hortis (in hort. Berol. ab anno 1839) colitur sub nominibus *S. apodæ*, *apothesæ*, *apothecæ* et *Louisianæ*. A præcedente notis indicatis constanter distinguitur. Folia firmiora, minus pellucida, plerumque latiora et evidentius acuminata, lateralia et intermedia cellularum angustarum et chlorophyllo carentium seriebus 4-5 marginata. Nervus in foliis lateralibus supra subtusque inconspicuus, nec in foliis intermediis supra carinatus. Microsporæ iis *S. apodæ* similes, leves; macrosporæ majores, $\frac{1}{2}$ mm. crassæ, reticulo elevato minus tuberculoso ornatæ.

Huic affinis est *S. apus* β. *tetragonostachya* Spr., *l. c.*, (*S. pallida* Beyrich in herb. reg. non Spr.) e Brasilia, quam sub nomine *S. Beyrichii* distinguo. Differt præsertim foliis lateralibus magis obliquis, antice late, postice angustissime marginatis, foliis intermediis longius aristato-acuminatis, bracteis angustioribus longe acuminatis, posticis manifeste minoribus et pallidioribus, qua nota ad *S. Lychnuchum* e sectione platystachyarum accedit.

** Expansæ ramosæ, spicis ramigenis.

6. S. HELVETICA *Lk.* Fil. h. Ber. p. 159; Spr. monogr. II, p. 83; Mett. Fil. h. Lips. p. 123; *Lycopodium helveticum* L.; *L. radicans* Schrank.

In subalpinis Europæ, Asiæ Minoris et Caucasi. Surculi terræ adpressi, radicibus tenuissimis. Spicæ ramos laterales scapiformes erectos laxe homophyllos terminantes, elongatæ, laxæ, haud raro bifidæ vel fastigiato-dichotomæ. Macrosporæ luteo-albæ, demum saturatius lutescentes, $\frac{2}{5}$ mm. crassæ, tuberculis minutis non confluentibus dense obsitæ; microsporæ rufæ, $\frac{1}{20}$ mm. crassæ, tenuissime punctatæ, vix elevato-granulatæ (sec. *Mettenium* manifeste granulatæ).

7. S. DENTICULATA *Lk.* Fil, h. Ber. (1841) p. 154 (exclusa pl.

tum temporis in hort. Ber. culta); Spr. monogr. II, p. 82; *Lycopodium denticulatum* L.

Hab. per totam Europam meridionalem, nec non in Syria et insulis Canariis, sec. Spring etiam in promontorio Bonæ Spei (*Lycopodium depressum* Sw.). Genuinam nuper tandem ex horto bot. Atheniensi accepimus, nec non ex aliis hortis sub nomine erroneo *S. obtusæ*. Habitu cum *S. helvetica* convenit, sed foliis latioribus, cuspidatis, evidentius serrulatis facile distinguitur. Rami spiciferi minus elongati, non scapiformes, parte vegetativa in fructiferam sensim abeunte. Color intense glauco-virens, ætate cupreo-rufescens. Macrosporæ iis *S. helveticæ* similes, tuberculis paulo longioribus obsitæ; microsporæ evidenter tuberculoso-granulatæ. Specimina in horto culta hucusque sterilia.

*** Pinnatim ramosæ, spicis ramulos terminantibus.

8. S. DELICATISSIMA.

Parvula, cæspitosa, surculis repentibus vel adscendentibus, distanter ramosis, excurrentibus, ramis pluries divisis deliquescentibus; foliis remotis, in ramulis superne confertis, lateralibus erecto-patentibus (in ramulis subrectangule patentibus), supra concavis et siccitate sursum inflexis, late ovatis, rotundato-obtusis, subæquilateris (antice paulo latioribus), margine anteriore ad $\frac{1}{2}$–$\frac{2}{3}$, posteriore basi tantum laxe ciliatis, apice minute denticulatis, basi obliquis, utrinque rotundatis vel subcordatis, caulem subtus tegentibus, nervo supra vix prominulo instructis; intermediis duplo minoribus, subdivergentibus, angustius ovatis, apice attenuatis obtusiusculis, inferne longe ciliatis, superne minute denticulatis, basi obliquis, exteriore evidentius cordatis, supra nervo carinatis.

Sub nomine indicato ex horto *Lindenii* in hortos Berolinenses pervenit. Patria mihi ignota et affinitas propter spicas nondum observatas dubia. Quoad formam foliorum similis est *S. subspinulosæ* Spr. (add. ad monogr. *Lycop.*, p. 7), javanicæ, quæ foliis magis pellucidis (e cellulis majoribus contextis), intermediis manifeste acuminatis et ad apicem usque remote ciliatis differt; nec non *S. minimæ* Spr. e Guyana gallica, quæ ex descriptione caule brevissimo, foliis undique approximatis pellucidis, intermediis 3-4plo minoribus, minute denticulatis (nec ciliatis) gaudet. *S. microphylla* Spr., in Columbia et Brasilia reperta, folia habet quoad

formam subsimilia, sed quoad directionem omnino contraria, dorso convexa et siccitate deorsum flexa, cauli denique applicata. Habitus *S. delicatissimæ* ratione culturæ mire variat. Humiditate et calore favente valde gracilescit et magis adscendit, ramis dissitis et foliis undique remotis luxurians; statione sicciore et minus fervida caule firmiore humifuso prorepit et pinnatim ramos magis concinnos foliaque ramulorum dense conferta profert. Caulis tenuis, albidus, obtuse pentagonus, supra leviter bisulcatus, carina dorsali passim sulco exarata. Radices tenuissimæ. Folia læte viridia, supra opaca, subtus pallidiora et nitida. Nervus in foliis lateralibus et intermediis sub apice evanescens. Margo foliorum simplici cellularum serie cinctus.

9. S. SERPENS *Spr.* monogr. II, 102; *Lycopodium serpens* Desv.

Prostrata, surculis longe repentibus, flaccidis, anguste et laxe bipinnatis, surculo primario ramisque excurrentibus; foliis remotiusculis, lateralibus erecto-patentibus (ramorum subrectangule patentibus) supra concaviusculis, siccitate sursum inflexis, ovatis vel ovato-triangularibus, obtusiusculis, subæquilateris, margine anteriore ultra medium, posteriore prope basin rigide ciliatis, apice subintegerrimis, basi obliquis, antice rotundatis caulem subtus tegentibus, postice sinuato-dilatatis, nervo supra prominulo instructis; intermediis duplo-triplo minoribus, oblique ovatis, cuspidatis, margine toto breviter et rigide ciliatis, basi valde obliquis, exteriore longe cordato-productis, nervo supra vix prominulo; spicis brevibus, ramulos ultimi ordinis terminantibus; bracteis adpressis, ovatis, leviter acuminatis, denticulatis.

Hab. in Jamaica et Cuba. Planta hortensis, quæ e Jamaica allata sub nominibus *S. mutabilis*, *S. variabilis* (« Hook? ») et *S. jamaicensis* militat, cum speciminibus Devauxianis in herb. Willd. (n° 19375) et Kunth. exacte congruit. Memoratu digna est quotidiana coloris mutatio, quæ in hac specie observatur. Color matutinus saturate prasinus interdiu lucis effectu sensim pallescit et albescit; interveniente nocte color viridis restituitur. Planta siccata supra prasino-viridis, subopaca, subtus pallidior et nitida est. Radices tenuissimæ, ut in præcedentibus. Caulis a dorso complanatus, anceps, subtus convexus, siccitate sulco levi exaratus, supra profunde bisulcatus et medio acute carinatus. Folia undique

dimorpha, intermedia parallela vel subconvergentia, adpressa, mucrone patulo. Nervus foliorum omnium sub apice evanescens. Margo singula (in foliis intermediis versus basin duplici) cellularum serie formatur. Microsporæ aurantiacæ, $\frac{1}{33}$-$\frac{1}{34}$ mm. crassæ, sparsim elongato-papillosæ, papillis cylindricis, obtusis vel truncatis, $\frac{4}{300}$ mm. fere longis. Macrosporæ albæ, diametro $\frac{1}{4}$ mm. vix superantes, tenuissime et inconspicue farinaceo-exasperatæ.

Cl. de Schlechtendal et de Chamisso (Linnæa, V, p. 622), quos cl. Spring secutus est, cum *S. serpente* speciem distinctissimam mexicanam, a peregrinatoribus *Schiede* et *Deppe* prope Papantlam lectam, commiscuerunt, quam *Selag. Schiedeanæ* nomine distinguo. Surculis gaudet prostratis, longe repentibus, passim æqualiter dichotomis, cæterum remote alternatim ramosis, ramis inæqualiter dichotomis, cuneatim expansis. Caulis debilis, tetragonus, pleurotropus, superne utrinque sulco angusto laterali exaratus et medio leviter depressus, subtus quoque late exaratus. Radices tenues. Folia undique dimorpha, remotiuscula, in ramulis magis approximata, sed tamen discreta, lateralia subrectangule patentia, oblongo-lanceolata, subæquilatera, obtusiuscula, utroque margine ultra medium remote ciliata, ciliis marginis anterioris in statu sicco ad paginam folii supinam reflexis, versus apicem minutissime serrulata, basi *caulis dorsum non tegentia*, longitudinaliter inserta, contracta, postice magis dilatata, sed non auriculata, inconspicue marginata, nervo supra prominulo, subtus leviter impresso, sub apice evanescente instructa. Folia intermedia 3-4plo minora, subconvergentia, adpressa, apice subpatula, ovato-oblonga, subfalcata, *longe cuspidata*, marginata, parce et remote ciliata, basi obliqua, exterius subauriculatim producta, dorso leviter carinata. Spicæ ramulos terminantes, brevissimæ, ramo folioso vix angustiores. Bracteæ *subdimorphæ!*, inferiores paululum minores et pallidiores, ex ovato sensim acutatæ ciliolatæ.

S. serpenti affinis et quoad habitum valde similis est *Sel. cordifolia* Spr., *l. c.*, p. 103 (*Lycop. cordifolium* Desv.), quæ in hortis nostris desideratur. Foliis lateralibus et intermediis cuspidato-acuminatis facile distinguitur. Caule primario in sarmentum filiforme microphyllum excurrente ad sequentem quoque accedit.

10. S. SARMENTOSA *A. Br.*; *? S. patula* Spr. monogr. II, p. 96; *? Lycopodium patulum* Sw. syn. Fil. p. 184 et 411; *L. heterodonton* Desv.

Prostrata, surculis longe repentibus, laxe pinnatim vel bipin-

natim ramosis, apice in sarmentum filiforme microphyllum excurrentibus; foliis remotiusculis, in surculi parte filiformi abbreviatis erectis subhomomorphis, lateralibus erecto-patentibus, supra convexiusculis, oblongo-lanceolatis, apice subfalcatis acutiusculis, margine anteriore ad medium, posteriore prope basin remote ciliatis, superne minute serrulatis, basi oblique adnatis, antice rotundatis, postice sinuato-rotundatis caulem subtus tegentibus, nervo supra prominulo; intermediis duplo-triplo minoribus, oblique ovato-oblongis, apice falcatis cuspidatis, remote ciliatis, basi obliquis, exteriore subcordatim productis; spicis brevibus, ramulos ultimi ordinis terminantibus; bracteis adpressis, ovatis, acuminatis, ciliatis.

Species verisimiliter jamaicensis, facile recognoscenda, sed quoad synonyma dubiis intricata. Specimina authentica *Lycopodii heterodonti* Desv. (*Lyc. patuli* Sw.) in herbario Willd. asservata, incompleta et sterilia, a nostra specie habitu alieno, surculis scilicet, ut videtur, adscendentibus et subcaulescentibus discedunt; in unico tantum specimine rudimentum dubium sarmenti terminalis filiformis conspicitur. Accedunt folia paulo breviora et rigidiora, lateralia basi latiora, antice ultra medium ciliata, intermedia paulo minus introrsum curvata et brevius cuspidata. Nihilominus cum planta hortensi plurimis notis adeo congruunt, ut *Sel. patulam* et sarmentosam eamdem esse fere persuasum mihi sit. Nomen *Sel. patulæ* autem nostræ minime convenit, quum rami et folia lateralia erecto-patentia, folia intermedia adpressa et bracteæ, quæ in descriptione Swartziana patulæ dicuntur, in spica exacte tetragona erectæ et adpressæ sint. Quoad habitum *Sel. sarmentosa* proxime accedit ad *S. cordifoliam*, a qua præter folia lateralia longiora et angustiora, non cuspidata præsertim foliis supra convexiusculis (siccitate deorsum flexis), nec concaviusculis differt. In hortis æque ac *S. Ludoviciana* sub nomine corrupto *S. apothecæ* vagatur; forte et *S. ornithopodioides* hortorum Anglicorum (Knze, *Ind.*, p. 85) eadem est.

Habitus laxius pinnatus, quam in *S. serpente*, ramis pauciramulosis, excurrentibus. Surculus primarius passimque et rami apice innovationes microphyllas, tenues, filiformes, valde elongatas, repentes vel ab ollis dependentes emittunt, quæ apice ad formam surculi dilatati et pinnati denique redeunt. Folia innovationum lateralia et intermedia magnitudine quidem conveniunt, quoad formam autem paulo differunt, lateralibus ovatis

subæquilateris acutiusculis basi subcordatis, intermediis angustioribus breviter cuspidatis basi obliquis. Caulis complanato-pentagonus, supra bicanaliculatus et medio carinatus. Radices tenues. Color prasino vel glauco-viridis, opacus, subtus pallidior, nitidus. Folia intermedia inferne cellularum diaphanarum seriebus 2-3 marginata, ciliis in latere interiore brevioribus, cuspide integerrima apice plerumque tridenticulata. Microsporæ miniatæ, $\frac{1}{34}$ mm. crassæ, muricato-papillatæ, papillis cylindricis, obtusis vel truncatis; macrosporæ albæ, $\frac{1}{4}$ mm. crassæ, tenuissime scabridæ.

11. S. UNCINATA *Spr.* monogr, II, p. 109; Mett. Fil. h. Lips. p. 124; *Lycopodium uncinatum* Desv.

Species sinensis in hortis sub nomine *S. cæsiæ* bene cognita et propter coloris amœnitatem dilecta. Caulis longissime repens, longe excurrens, ramis remotis, pyramidatim vel subflabellatim ramulosis. Radices quam in præcedentibus validiores. Folia in caule primario valde remota latiora, in ramulis dense conferta angustiora, exauriculata, integerrima (sub microscopio minutissime et remote subdentata), manifeste albo-marginata; intermedia acuminata, acumine uncinatim recurvo. Fructificatio mihi ignota.

12. S. BREYNII *Spr.* monogr. II, 119 (ubi synonyma videas).

E pulcherrimis! Ex horto van Houtte sub nomine erroneo *S. Poppigianæ* accepimus; sub eodem nomine in Miquelii horto Amstelodamensi citatur; in hortis Anglicis sub nomine *Lycopodii Panamensis* colitur. Secundum Spring in Guyana, Brasilia et Cordilleris Chilensibus habitat.

Surculi solo arcte adpressi, radicibus numerosis validioribus affixi, e bivel tripinnato decrescentes indeque pyramidato-ramosi. Rami in axi primario subflexuoso alterni, approximati, erecto-patentes, excurrentes, ramulis ultimis plerumque subæqualiter bifidis. Caulis a dorso modice compressus, facie bisulcatus, medio et margine carinatus, dorso convexus et siccitate medio leviter exaratus. Folia undique dimorpha et dense conferta, læte viridia, subtus pallidiora et nitidissima (« aureo fulgore splendentia » Spring), lateralia rectangule patentia, succube imbricata, planum supra concaviusculum formantia, lineari-oblonga, antice paulo latiora, obtusiuscula, margine anteriore infra medium ciliata, cæterum minute serrulata, margine posteriore basi ciliis paucis instructa, dein integerrima, versus apicem minutissime serrulata, basi constricta, oblique adnata, antice dilatata et rotundata, caulem subtus tegentia, postice leviter sinuata.

Nervus sub apice evanescens, supra inconspicuus, subtus levissime sulcatus. Folia intermedia triplo minora, adpressa, conniventia (ita ut apices in seriem unicam fere ordinentur), oblique ovata, albo-marginata, latere exteriore rotundato (semicirculari) et ciliato, interiore leniter curvato et denticulis paucis instructo, apice in aristam (viridem) folio duplo breviorem acuminata, basi integra. Nervus in cuspidem intrans, superne versus apicem carinatus. Margo foliorum lateralium simplici, foliorum intermediorum duplici vel triplici cellularum serie formatur, cellulis lævibus! nec ut in plerisque aliis speciebus (*S. Martensii*, *serpente*, *sarmentosa*, *delicatissima*, etc.) tuberculis minutis distantibus exasperatis. Spicæ numerosissimæ, ramos ramulosque, imo nonnunquam caulem primarium terminantes, graciles et (ad pollicis longitudinem) elongatæ, ramo folioso quadruplo angustiores. Bracteæ ovatæ, sensim acuminatæ, carinatæ, margine nec non ad carinæ partem superiorem serrulatæ, vix distincte marginatæ. Microsporæ ochraceo-ferrugineæ! $\frac{1}{38}$ mm. crassæ, tuberculis subcylindricis diametro vix longioribus obtusis vel truncatis obsitæ. Macrosporæ albæ, $\frac{1}{3}$-$\frac{1}{3}$ mm. crassæ, tenuissime rugulosæ. Fructificatione nondum peracta surculi ex apice caulis primarii et ramorum majorum, imo nonnunquam ex ipsis spicis, innovantur.

Specimina Schomburgkiana in Guyana lecta a planta hortensi hic descripta paulo differunt surculis magis elongatis, ramis remotioribus, foliorum intermediorum margine interiore subintegerrimo, arista demum paulo longiore. Species huic affines sunt *S. Lindenii* Spr., mexicana, *S. radiata* Spr., guyanensis, et præsertim *S. jungermannioides* Spr. (*Lycop.* Gaudich.), in Brasilia satis vulgata, quæ a *S. Breynii* omnium partium mole minore, ramis subrectangule patentibus, foliis lateralibus paulo brevioribus et acutioribus, margine posteriore medio quoque serrulato, foliis intermediis brevius aristatis et margine interiore breviter ciliatis differt. Novam denique ex harum contubernio speciem prope Bogotam detexit cl. Dr. H. Karsten, *S. truncatam*, quæ a simillima *S. Breynii* foliis lateralibus apice truncato-rotundatis, margine superiore infra medium denticulis elongatis serrulato sed vix ciliato, foliis intermediis breviter et obtusiuscule acuminatis, non aristatis, latere exteriore basi ciliatis, superne, nec non latere interiore serrulatis facile distinguitur.

β Adscendentes,

* Persistentes.

13. S. Martensii *Spr.* monogr. II, p. 129; Mett. Fil. h. Lips.

p. 124; *Lycopodium flabellatum* Martens et Galeotti (non L.); *L. stoloniferum* Link h. Ber. II (1833), p. 162 (non Sw.); *S. stellata* Link Fil. h. Ber. p. 159 (non Spring); *S. sulcata* Knze. Ind. Fil. p. 85 (quoad plantam horti Ber. et Lips. non Spring); *S. decomposita* Spr. monog. II, p. 16 (quoad plantam hortensem! et spontaneam?); *L. brasiliense* hort. sec. Spr.

Hab. in Mexico (*S. Martensii*) et Brasilia? (siquidem *S. decomposita* Springii spontanea revera huc pertinet). Species maxime variabilis, in hortis vulgatissima et jam dudum culta (vidi specimina a. 1832 siccata in herb. Kunth.), cujus formas varias, habitu inter se valde discrepantes, sed notis essentialibus congruentes et intermediis arcte conjunctas, Mettenium secutus, in unam speciem collegi. Notæ omnibus communes sunt: Surculi e basi decumbente oblique adscendentes, leniter incurvati, apice cernui, rarius omnino erecti, decomposito- et pyramidato-ramosi, ramis inferioribus remotis, surculum primarium æmulantibus. Radices aereæ validæ, valde elongatæ, ad terram descendentes, primariæ posticæ, quibus haud raro secundariæ anticæ accedunt. Caulis pallidus, stramineus, in planta viva subteres, a dorso leniter compressus, subanceps, utrinque (facie altius) convexus; in planta sicca supra utrinque sulco simplici vel rarius duplici exaratus, medio alte carinatus, carina ipsa nonnunquam sulco exarata. Folia undique dimorpha, saturate vel pallide viridia, subtus pallidiora, micantia, lateralia postica, oblique patentia, ovato- vel linearioblonga, antice (versus apicem postice) paulo latiora, recta vel subfalcata, obtusiuscula vel acutiuscula, evidenter marginata, basi media angusta affixa, margine anteriore basi dilatato, rotundato, caulis dorsum tegente, ciliato, ciliis sensim brevioribus et in serraturam minutam, versus apicem folii densiorem abeuntibus, margine posteriore basi exciso et subauriculato, ciliis paucis instructo, medio remote et inconspicue, versus apicem densius serrulato. Nervus apicem fere attingens, supra vix, infra manifestius prominulus. Folia vetustiora demum sursum inflectuntur. Folia lateralia 3-5-plo minora, conniventia, adpressa, oblique ovata vel suborbicularia, aut sensim, aut subito in aristam folio vix breviorem patulam contracta, basi interiore cordata, exteriore in auriculam longiorem producta, manifeste marginata, aut toto margine remote ciliata, aut basi exteriore tantum ciliata et superne brevius serrulata, arista quoque serrulata. Nervus in aristam excurrens, dorso carinatus. Spicæ ramulos laterales terminantes, aut breviores et crassiores, aut longiores et graciliores, ramulo folioso duplo-quadruplo angustiores. Bracteæ ovatæ, acuminatæ, denticulatæ, sub-

dimorphæ, superiores scilicet paululum longiores, magis carinatæ, carina nonnunquam anguste cristata s. subalata et denticulata, altero latere (sursum spectante) intensius virides; inferiores pallidiores, nervo viridi percursæ. Microsporæ fusco-aurantiacæ (β) vel sordide lateritiæ vel rufo-fuscæ (δ), plerumque tetraedrice cohærentes, $\frac{1}{30}$ mm. crassæ, tenuiter ruguloso-granulatæ. Macrosporæ albidæ, $\frac{1}{3}$ mm. crassæ vel paulo ultra, tenuiter elevato-reticulatæ.

Varietates distinguo sequentes :

α. *S. Martensii normalis* surculo altius adscendente, axi primario parum flexuoso, ramis erecto-patentibus, longe pyramidatis; caule supra bi- vel trisulcato; radicibus anticis plerumque deficientibus; foliis oblongis vel ovato-oblongis; spicis brevioribus et crassioribus. Foliis nunc longioribus et angustioribus ad varietates β et γ, nunc brevioribus et latioribus ad var. δ et ε accedit. (Huc pertinent *S. Martensii, stolonifera, sulcata, decomposita* et *pulla* hortorum.)

β. *S. M. flaccida* habitu præcedentis, foliis angustioribus, linearioblongis, flaccidioribus, lætius coloratis; spicis longioribus, gracilioribus, angustioribus, bracteis evidentius heteromorphis, superioribus cristatis. (*S. Martensii* β Mett. *l. c.*; *S. serpens* hort. et Knze. Ind. p. 85: *S. alata* hort.)

γ. *S. M. compacta* surculis humilioribus, ramis breviter pyramidatis vel subfastigiatis; caule crassiore et rigidiore, supra tri-quinquesulcato; radicibus anticis plerumque evolutis; foliis densius confertis, oblongis, margine anteriore evidentissime ciliatis et serrulatis; spicis ut in α. (*S. Martensii* γ. Mett. *l. c.*; *S. Martensii* var. *compacta* Knze. Ind. *l. c.*; *S. Huegelii, Danielsiana, monstrosa, asplenifolia* hort.)

δ. *S. M. divaricata* surculis flaccidis latius expansis, axi primario valde flexuoso, ramis divaricatis apice cernuis; caule tenui supra bisulcato; foliis laxius dispositis, lateralibus brevioribus, ovatis vel ovato-triangularibus, acutiusculis, minus conspicue serrulatis, basi exteriore evidentius auriculatis; foliis intermediis brevius et minus abrupte aristatis; spicis abbreviatis. (*S. Martensii* var. *flexuosa* Knze. Ind. *l. c.*; *S. flexuosa* hort., non Spring.; *S. Hoibrenkii* hort. Nomen varietatis mutavi, ne cum *S. flexuosa* vera confundatur.)

ε. *S. M. congesta*, minor, surculis erectiusculis, subcæspitose congestis, axi primario parum flexuoso, ramis brevioribus erecto-patentibus; caule tenuiore, bisulcato; foliis ut in var. δ. sed subeciliatis; spicis abbreviatis. (*Lycopodium ramosum* et *compactum* hort. Rollisson.)

S. flexuosa vera (Spr. monogr. II, p. 131; *Lycopodium stoloniferum*

Raddi, non Sw.; L. *L. brasiliense* Desv.), species in Brasilia vulgaris, in hortis deest. Habitu locum inter *S. Breynii* et *S. Martensii* quasi medium tenet, a posteriore foliis non ciliatis, lateralibus basi exteriore cuneatis (nec auriculatis) facile distinguenda.

** Redivivæ.

14. S. CILIATA; *Lycopodium ciliatum* Willd. sp. pl. V, p. 38 et herb. No. 19384 (non Desv., quod sec. Spring ad *Selaginellam confusam* pertinere videtur); *L. Novæ Hollandiæ* Sw. syn. fil. p. 184 et 410; *Selaginella Novæ Hollandiæ* Spr. monogr. II, p. 209; *S. Warscewicziana* Kl. in herb. reg. et hort. Berolinensibus.

Hab. in America meridionali. « In devexo Andium Quitensium ad alt. 1000 hexap. » lectam misit Francis Hall 1833 (herb. Kunth); in Nova Granada legit de Warszewicz (sec. Kl. h. r. Ber.), qui plantam in hortos introduxit. Cl. Swartz et Willdenow, qui hujus speciei patriam Novam Hollandiam esse contendunt, certo errant. Cl. Swartz specimina a Willdenowio accepit, Willdenowius ex herbario Humboldtiano et Bonplandiano, Bonplandius a peregrinatore Nee, qui per multas plantas non solum in Nova Hollandia, sed etiam in America australi collegit, unde confusio quædam in loci natalis indicatione orta esse videtur. Specimina herbarii Willd. et Kunthiani cum planta culta exacte congruunt.

Species tenella, rigidiuscula, parvifolia, habitu singulari distincta. Surculi oblique adscendentes vel omnino erecti, bi- vel tripinnati, ramis ramulisque sub angulo acuto abeuntibus, erectiusculis. Axis primarius ramique excurrentes, ramuli ultimi sæpe inæqualiter bifidi. Radices ex inferiore surculi parte, nonnunquam ad mediam usque altitudinem exortæ tenuissimæ, superiores terram non attingentes. Caulis tenuis, strictiusculus, utroque latere et supra obtuse angulatus, leviter bisulcatus, dorso convexus aut medio planus, plano angulis levioribus limitato. Folia infima caulis primarii subhomomorpha, superiora et ramorum dimorpha, omnia remotiuscula, læte viridia aut subfuscescentia, opaca, subtus pallida, subnitentia, passim transverse rugulosa; lateralia postica, transverse vel paululum oblique adnata, erecto-patentia, oblique ovata, antice latiora, sensim acutata, apice leviter falcata, basi utrinque rotundata, antice subcordata, margine anteriore manifeste albo-marginata et longe ciliata, posteriore revoluta et integerrima, apice utrinque serrulata, adulta supra concaviuscula et apice demum sursum inflexa. Nervus ad apicem fere

excurrens, supra inconspicuus, subtus prominulus (nec sulcatus). Folia intermedia in caule primario paululum, in ramis subduplo minora, subdivergentia, subrecta, ovata, acuminata, utrinque albido-marginata et breviter ciliata, apice denticulata, basi exteriore in auriculam rotundatam producta et ciliis nonnullis longioribus deorsum directis ornata, nervo medio carinata. Spicæ ramulos terminantes, breves, rarius elongatæ, ramulo folioso duplo fere angustiores. Bracteæ ovatæ, acuminatæ, ciliato-serratæ, subheteromorphæ, superiores scilicet paululum longiores, magis carinatæ, altero latere virides, altero pallidæ, inferiores totæ pallidæ. Microsporangia orbicularia, nec oblonga, ut in plurimis speciebus (*S. serpente*, *sarmentosa*, *Martensii*, etc.). Microsporæ rufæ, $\frac{1}{40}$ mm. crassæ, sæpe tetraedrice cohærentes, læves vel vix granulatæ. Macrosporas maturas non vidi. Vegetatio annua, rediviva turionibus ex apice ramorum, aut inferiorum, aut superiorum denique ad terram depressorum, microphyllis, strictis, sensim clavato-incrassatis, subcarnosis, carneo-fuscescentibus, mox radicantibus et facile a planta matre secedentibus, quæ sub evolutione innovationum sensim marcescit.

15. S. INCRESCENTIFOLIA *Spr.* Monogr. II, p. 106; Mett. Fil. h. Lips. p. 123.

Patria sec. Spring Columbia et Peruvia, sed vereor, ne cl. auctor hanc speciem cum præcedente commiscuerit, quum descriptio ejus ex parte potius in hanc quadret, quam in *S. increscentifoliam* nostram.

A simili præcedente inprimis bulbillis differt, quibus in annum secundum propagatur. Præterea habitus flaccidior; rami ramulique superiores apice densius foliati et sæpe cernui, foliis a basi versus apicem magnitudine crescentibus; rami ramulique inferiores, nec non superiorum nonnulli apice flagelli instar attenuati, sæpe recurvati, foliis e basi versus apicem decrescentibus, magis magisque remotis instructi, apice in bulbillum obovatum vel subglobosum, 1-2 mm. crassum, foliis squamiformibus minimis tectum intumescente. Folia lateralia specie trinervia, margine anteriore argute denticulata, nec longe ciliata; intermedia utrinque remote et argute denticulata, basi subæqualiter rotundata, latere exteriore non auriculatim producta. Autumno surculi emoriuntur, bulbillis solis hiemem perdurantibus. Spicas in horto Berolinensi hucusque non protulit.

γ. Proceræ.

* Erectæ.

16. S. INÆQUALIFOLIA *Spr.* monogr. p. 148; Mett. Fil. h. Lips. p. 124; *Lycopodium inæqualifolium* Hook et Grev.

Hab. in Ind. or. (Hindost., Assam, Java). Surculi e basi prostrata subito erecti, 1-2 pedes supra terram elati, subindeterminati i. e. anno secundo plerumque apice novo incremento aucti. Rami in caule erecto alterni, magnitudine sensim crescentes, inferiores remoti, infimi depauperati vel omnino rudimentarii, e quorum altero latere prodeunt stolones horizontales epigæi (nunquam subterranei). E latere ramorum superiorum quoque nonnunquam (sed rarius) rami accessorii oriuntur. Rami superiores (evoluti) patuli, subverticaliter expansi, pyramidatim ramulosi, e basi bi- vel tripinnata decrescentes, triangulari-flabelliformes. Caulis facie carinatus et leviter bisulcatus, latere utrinque sulcatus, dorso latiore convexus. Radices validæ e caulis primarii axillis, superiores aereæ. Folia caulis primarii (parte suprema excepta) subhomomorpha, remota, erecta; ramorum et ramulorum dimorpha, conferta, prasino-viridia, nonnunquam rufescentia, opaca, subtus pallida, nitentia : lateralia oblique patentia, caulis dorsum non tegentia, subverticaliter affixa, ovato-oblonga, superiora oblongo-lanceolata, versus apicem subfalcata, acuta, integerrima, anguste albo-marginata, basi inferiore excisa, dein rotundato-dilatata, superiore auriculata, auricula parva angusta uncinata deorsum inflexa. Nervus sub apice evanescens, supra versus apicem folii convexiusculi carinatus, subtus vix prominulus. Folia intermedia duplo-triplo minora, adpressa, subconvergentia, oblonga, acuminata et versus apicem carinata, basi exteriore in auriculam decurrentem adnatam obtusam longe producta, nonnunquam et interiore minute auriculata, integerrima, albo-marginata. Folium axillare ad originem ramorum caulis primarii foliis caulinis *duplo majus*, late obovatum, brevissime acuminatum, basi utrinque auriculatum; ad originem ramulorum magnitudine foliorum lateralium vel paulo minus, anguste obovatum vel spathulatum. Cellulæ epidermidis foliorum (marginales et superficiales) læves, non verrucosæ. Spicæ ramulos terminantes, elongatæ (fere pollicares), basi apiceque attenuatæ. Bracteæ ovato-triangulares, sensim acuminatæ, basi auriculatim dilatatæ, late albo-marginatæ, minute et irregulariter fimbriatæ, fimbriis (cellulis prominulis) obtusis, varie directis, nonnunquam reflexis. Microsporangia valde com-

planata, basi truncata, apice rotundata. Microsporæ (maturæ?) pallide ochraceæ, $\frac{1}{20}$ mm. crassæ, appendicibus lamelliformibus hyalinis, in regione æquatoriali alam subcontinuam formantibus instructæ (sec. Mettenium tenuiter reticulatim exsculptæ). Macrosporæ $\frac{3}{5}$ mm. crassæ, *nigræ* et *cinereopruinosæ*, grosse verrucosæ, verrucis passim reticulatim confluentibus.

** Scandentes.

17. S. LÆVIGATA *Spr.* monogr. II, p. 137; *Lycopodium lævigatum* Willd. sp. pl. V, p. 45; *L. Willdenowii* Desv.; *L. plumosum* L. et Sw. sec. Spring, non Willd. et auct. recent.; *Selaginella arborea s. cæsia arborea* hort.; *S. uncinata* var. *arborea* Mett. Fil. h. Lips. p. 124; *S. altissima* Kl. in herb. reg. Ber.; Miq. hort. Amstelod. (Alia complura hujus speciei synonyma in monographia cl. Spring citantur.)

Hab. in Indiæ orientalis variis partibus, nec non secundum Spring in America æquatoriali. Omnium specierum, quæ in hortis coluntur, maxima, surculis scandendo erectis, incremento indefinito altitudinem 10-12 pedum et ultra attingentibus. Rami frondis compositi instar incremento definiti; 1-2-pedales, e basi 3-4-pinnata decrescentes, elongato-pyramidati. Ex axillis ramorum radices aereæ validæ, postice et antice refractæ, et juxta ramos emorientes utrinque turiones erecti prodeunt. Caulis primarius ad digiti minimi fere crassitiem intumescit, foliis subhomomorphis longe remotis erectis obsitus. Folia ramorum heteromorpha, lateralia oblique patentia, verticaliter affixa; caulis dorsum non tegentia, ovali-oblonga, ramulorum angustiora oblongo-lanceolata, subfalcata, obtusa, basi exteriore excisa et truncato-vel cordato-dilatata, superiore auriculata, auricula minuta, cauli undulatim applicata, integerrima, immarginata. Nervus sub apice evanescens, supra in pagina folii convexiuscula carinatus, subtus leviter prominulus. Folia intermedia duplo-quadruplo minora, adpressa, leviter incurva, oblonga, versus apicem paulo angustata, sed mutica et obtusiuscula, basi exteriore in auriculam adnatam obtusiusculam producta, apice patula et subuncinata, integerrima, nervo supra prominente leviter carinata. Folia axillaria lateralibus paulo breviora, basi utrinque æqualiter auriculata. Cellulæ epidermidis foliorum lævis. Color foliorum in statu sicco utrinque læte viridis, in vivo supra pulcherrime cœrulescens et iridescens, ut in *S. uncinata*, quæ, ut de habitu taceam,

foliis exauriculatis, manifeste marginatis facile distinguitur. Spicæ ramulos terminantes, breves, densæ. Bracteæ latissime ovatæ, breviter acuminatæ, obtusiusculæ, integerrimæ et immarginatæ. Microsporangia valde complanata, semiorbicularia, basi truncata. Microsporæ sordide flavescentes, $\frac{1}{25}$ mm. crassæ, verrucis plerumque lamelliformibus et anastomosantibus grosse reticulatæ. Macrosporæ ejusdem coloris, grosse et inæqualiter verrucosæ, verrucis aliis hemisphæricis, aliis compressis et hinc inde anastomosantibus.

ϐ Caulescentes.

18. S. CAULESCENS *Spr.* monogr. II, 158; *Lycopodium caulescens* Wall.; *Selaginella peltata* Presl., etc. (conf. Spr. l. c.).

In India orientali. Plantas vivas juveniles tantum, nuper in hortos introductas, vidi, sed foliorum forma et nervatione singulari cum spontaneis herbarii convenientes. Stolones subterranei, elongati. Surculi frondiformes elongato-pyramidati, stipite (in speciminibus bene evolutis) pedali stricto suffulti. Folia stipitis homomorpha, arcte adpressa. Folia rachidis superiora et ramorum dimorpha, lateralia caulem dorso tegentia, ovato-oblonga, subfalcata, acuminatissima, margine anteriore albo-marginata et ciliolato-serrulata, posteriore integerrima, basi cordata, anteriore dilatata, supra concaviuscula et siccitate sursum inflexa. Nervus subtus medio et utroque latere subsulcatus, unde folia specie bi- vel multinervia. Folia intermedia triplo minora, ex ovato longe acuminata, subaristata, obsolete denticulata, medio carinata et latere interiore juxta carinam sulcata, basi exteriore producta. Ramuli siccitate sæpe subcircinato-inflexi, ut in Selaginellis rosulatis.

19. S. ERYTHROPUS *Spr.* monogr. II, p. 156; Mett. Fil. h. Lips. p. 124; *Lycopodium erythropus* Mart. ic. sel. pl. Crypt. p. 39, t. 20, f. 3; *L. umbrosum* Lemaire (non Willd.) ex Knze. Ind.

In Brasilia, Columbia, Guatemala et regno Chilensi. Facile distinguitur stipite cum foliis subhomomorphis, nec non stolonibus (epigæis vel subterraneis, sæpe descendentibus) puniceis, foliis lateralibus dorsum caulis tegentibus, oblique ovatis, falcato-acuminatis, margine anteriore ciliolatis, basi posteriore excisis et subauriculatis, anteriore dilatatis et subcordatis. Spicæ ramos ramulosque terminantes, elongatæ, basi attenuatæ, ramulis foliosis paulo angustiores. Microsporæ ex aurantiaco vel

ochraceo fuscescentes, $\frac{1}{40}$ mm. crassæ, longe et sparse verrucosæ, verrucis cylindricis obtusis vel truncatis. Macrosporæ albæ, $\frac{1}{4}$ mm. crassæ, inconspicue et laxiuscule reticulatæ.

20. S. VITIÇULOSA *Kl.* in Linnæa XVIII, p. 524; Spr. monogr. II, p. 186; Mett. Fil. h. Lips. p. 124.

In Columbia. Ab affini præcedente facile distinguitur stolonibus epigæis gracilioribus (nonnunquam pedis longitudine), viridibus et foliis albidis obsitis; surculi frondiformis stipite breviore viridi; foliis lateralibus minus acuminatis, margine anteriore usque ad medium et posteriore prope basin densius et mollius ciliatis, basi anteriore in auriculam uncinatam adnatam productis. Microsporæ lateritiæ, $\frac{1}{42}$ mm. crassæ, sæpe tetraedrice cohærentes, verrucis paulo minoribus, quam in præcedente, obsitæ. Macrosporæ albæ, iis præcedentis magnitudine et sculptura similes, sed vix conspicue reticulatæ. Folia lateralia, nonnunquam etiam ramuli, æque ac in præcedentibus, siccitate paululum sursum involvuntur.

Cl. Spring hanc et præcedentem in sectionibus longe remotis collocavit, priori caulem pleurotropum, posteriori caulem goniotropum adscribens. Equidem in utraque specie eamdem caulis conformationem observavi, caulem scilicet dorso convexum, facie planiusculum et siccitate sulco mediano leviter exaratum, utroque latere denique leviter suleatum.

21. S. FLABELLATA *Spr.* monogr. II, p. 174; *Lycopodium flabellatum* L.

In insulis Ind. occid. et Columbia, nec non (var. β. Spring.) in Peruvia et Philippinis. In herbario Kunthiano specimen e Museo Parisiensi communicatum asservatur, cujus schedulæ patria « Teneriffa » inscripta est, ubi hæc species neque ab auctoribus, qui de Flora Canariensi scripserunt, indicatur, neque a peregrinatoribus recentioribus reperta est. Planta hortensis cum spontanea Antillarum notis essentialibus quidem convenit, sed habitu valde recedit, surculis humilioribus, brevius pyramidatis, magis expansis, laxioribus, ramis longius excurrentibus, medio dilatatis et apice decrescentibus, arcuatim recurvatis, foliis denique majoribus et minus confertis gaudens. Neque *S. flabellata* β. *expansa* Spring (*Sel. anceps* Presl.) secundum specimina herbarii regii plantæ hortensi respondet. A præcedentibus facile distinguitur. Stolones epigæi, tenues. Caulis e viridi flavescens, anceps, facie et dorso convexus et subangulatus. Ramorum

folia lateralia ovata, sensim acutata, subfalcata, basi anteriore cordato-subauriculata, posteriore paululum contracta, margine anteriore basi ciliata, superne serrulata, posteriore integerrima, versus apicem serrulata, nervo supra prominulo parum conspicuo. Folia intermedia duplo minora, adpressa, subconvergentia, ovalia, breviter acuminata, subintegerrima vel remote denticulata, basi oblique adnata, exteriore magis productâ. Spicæ elongatæ (semipollicares et longiores), basi attenuatæ, laxiusculæ. Bracteæ ovato-oblongæ, longe et sensim acuminatæ, ciliato-denticulatæ, versus apicem integerrimæ, immarginatæ, nervo subcarinatæ. Microsporangia oblonga. Microsporæ ochraceæ, $\frac{1}{33}$ mm. crassæ, verrucis brevioribus sparsis obsitæ. Macrosporas in speciminibus cultis non inveni.

22. S. Filicina *Spr.* monogr. II, p. 189; *S. Karsteniana* Kl. in herb. reg. Ber.; *S. hæmatodes* Kl. in Linnæa XX, p. 436 (non Spring.); *S. dichrous* hort. Anglic.

In Columbia, nec non sec. Spring in Peruvia. Colitur in horto Berol. inde ab anno 1853, quo ex horto Loweano accepimus. Eodem fere tempore cum truncis Filicum arborearum a cl. Karsten e Venezuela missis hortis Berolinensibus allata est. Specimina spontanea a cl. Karsten prope Puerto Cabello et prope Bogotam lecta cum planta culta omnino conveniunt. Inter affines hæc speciosissima est, surculorum magnitudine, caulis colore et foliorum nitore et perluciditate insignis.

Surculi frondiformes erecti, ultra bipedales, longe stipitati, elongato-pyramidati, eleganter tripinnati. Stolones subterranei. Caulis obtuse octogonus aut, si mavis, tetragonus et goniotropus, angulis scilicet sulco levi latiusculo exaratis, hinc duplicatis, inferne circumcirca persicino-puniceus, superne præsertim dorso persicinus. Folia stipitis homomorpha, erecta, pallida, lata basi adnata et callo transversali plus minusve conspicuo insidentia, oblonga, obtusiuscula vel acuta, anteriora magis acuminata quam posteriora, specie integerrima, sed sub microscopio toto margine minutissime et dense serrulata, nervo inconspicuo fere ad apicem percursa. Folia in caulis primarii parte superiore et ramis dimorpha, secundum ordinem ramorum decrescentia, læte viridia, subtus pallida, albonitentia, flaccidiora quam in præcedentibus et valde diaphana; lateralia postica, oblonga, subfalcata, acutiuscula, antice versus basin latiora et rotundata, ima basi attenuata, exauriculata, immarginata, margine anteriore (sub microscopio) tenuissime serrulata, posteriore integerrima, nervo nullibi prominente. Folia intermedia duplo-quintuplo minora,

adpressa, parallela, in ramulis denique in seriem specie simplicem congesta, ovato-oblonga, exauriculata, acuminata, tenuissime denticulata et indistincte marginata, nervo supra prominente. Spicæ ramulos laterales terminantes, minutæ, graciles, 3-5 lineas longæ. Bracteæ ovatæ, acuminatæ, distincte marginatæ, remote ciliato denticulatæ. Microsporangia oblonga, basi subtruncata. Microsporæ aurantiacæ, $\frac{1}{43}$ mm. crassæ, breviter et sparse verrucosæ. Macrosporæ albæ, $\frac{1}{4}$ mm. crassæ, superficie obsolete reticulatæ.

23. S. AFRICANA. Surculis erectis, sub terra stoloniferis stipitatis, frondiformibus, triangulari-pyramidatis, e tri-quadripinnato decrescentibus, apice longe excurrentibus, ramis ramulisque confertioribus, erecto-patentibus; caule dorso pubescente; foliis stipitis homomorphis, longe remotis, ovatis, cuspidato-acuminatis subdenticulatis, basi truncato-peltatis subciliatis; rachidis et ramorum dimorphis, approximatis, pectinato-confertis; lateralibus anticis, verticaliter affixis, erecto-patentibus, ovato-lanceolatis, subfalcatis, acutiusculis, integerrimis, basi superiore sinuatis, inferiore subsinuatis decurrentibus, supra convexis, margine demum revolutis, nervo supra prominulo, subtus subsulcato; intermediis duplo-quadruplo minoribus, subconvergentibus, ovatis, cuspidato-acuminatis, basi adnato-peltatis, in appendicem acuminatam decurrentem productis; bracteis carinatis, ovatis, acuminatis, subdentatis; microsporangiis reniformibus; microsporis albidis.

Species hucusque rarior, nuper sub nomine indicato in hortos introducta. Unde profecta sit, eruere non potui, sed origo africana confirmari videtur affinitate proxima cum *S. Perrillei* (Spr., *l. c.*, 169) Madagascariæ et *S. Vogelii* (Spr., *l. c.*, 170) insulæ Fernando Po, quæ secundum descriptiones *S. africanæ* notis plurimis: pubescentia (in Selaginellis rarissima!), foliis lateralibus posticis, intermediis adnato-decurrentibus etc. accedunt.

Habitus et ramificatio fere *Selaginellæ flabellatæ*. Surculi 1 $\frac{1}{2}$-2-pedales, stipite 5-6-pollicari. Rami alterni, approximati vel inferiores distantes, infimi sequentibus longiores 20-26-ramulosi. Rachis primaria ramique longe excurrentes. Ramuli infimi iterum pinnati, imo subbipinnati, superiores simplices. Caulis primarius (stipes et rachis) teretiusculus, obtuse

pentagonus, supra medium obtuse angulatus et utrinque leviter exaratus, dorso latior et convexus, fuscescens, versus apicem, æque ac rami, stramineus, supra lævis, dorso pubescens, pilis albidis rectis obtusiusculis unicellularibus. Folia subcoriacea, non diaphana, integerrima, immarginata, colore atroviridi, in planta viva subcœrulescente insignia, infra pallidiora, utrinque subopaca, ætate sæpe cupreo-rufescentia, siccitate dorso inconspicue longitudinaliter rugoso-striata, nec transversaliter corrugata. Folia lateralia 4 mm. longitudine vix superantia, versus apicem ramulorum paulo decrescentia, in rachidis et ramorum parte inferiore remotiora, latiora, basi verticaliter peltata, antice plerumque undulato-bisinuata, postice in angulum caulis decurrentia, superiora et ramulorum conferta, angustiora, basi paulo contracta, verticaliter adnata, non peltata, anteriore simpliciter sinuata, posteriore subsinuata, decurrentia. Folia intermedia adpressa, convexiuscula, versus apicem leviter carinata, cuspide pallidiore curvato-patula, inferiora e media fere basi appendice lineari decurrentia, superiora e basi exteriore appendicem adnatam acuminatam demittentia. Spicæ ramulos terminantes, breves (2-3 lineas longæ), ramulo folioso duplo angustiores, exacte tetragonæ. Bracteæ dense confertæ, pallidæ, sæpe rufescentes, ovatæ, valde acuminatæ, acute carinatæ, margine remote et inæqualiter denticulatæ, basi peltatæ vel subcordato-excisæ, vel irregulariter dentato-lobatæ. Microsporangia transverse reniformia, tumida. Microsporæ albidæ, $\frac{1}{40}$-$\frac{1}{36}$ mm. crassæ, minutissime et dense granulatæ. Macrosporas perpaucas neque satis maturas vidi, $\frac{1}{4}$ mm. crassas, fuscescentes, subtuberculatas.

24. S. PUBESCENS *Spr.* monogr. p. 173; *Lycopodium pubescens* Wall. Cat.; *S. Vogelii* Mett. Fil. h. Lips. p. 124 (non Spr. l. c. p. 170). Surculis erectis, sub terra stoloniferis, stipitatis, frondiformibus, oblongo-pyramidatis, tri-quadripinnatis, ramis ramulisque distantioribus, subrectangule patentibus; caule pubescente; foliis stipitis homomorphis, longe remotis, oblongis, acutis, basi truncato-peltatis, irregulariter subdentatis; rachidis et ramorum dimorphis, remotiusculis, supremis quoque subdistantibus; lateralibus anticis, verticaliter affixis, subrectangule patentibus, ovato-oblongis, obtusis, integerrimis, basi superiore paulo contractis, inferiore subsinuatis decurrentibus, supra convexiusculis, siccitate transverse rugulosis, margine demum revolutis, nervo versus apicem subprominulo, cæterum inconspicuo; intermediis duplo-

triplo minoribus, subdivergentibus, ovato-oblongis, acuminatis, basi adnato-peltatis, superioribus in appendicem acuminatam decurrentem productis; bracteis ventricosis, subcarinatis, ovato-triangularibus, breviter acuminatis, subintegerrimis; microsporangiis orbicularibus; microsporis et macrosporis umbrino-fuscis.

Distinctissima hæc species, quæ per decennium fere sub nomine erroneo *S. lævigatæ* s. *Willdenowii* (Knze. Ind., p. 85) colitur, ex horto societatis horticulturæ Chiswicensi prodiisse videtur, sine dubio ex India orientali allata, ubi Wallichius (in prov. Ava) *S. pubescentem* detexit. Cl. Spring nostram plantam fide schedulæ autographæ in herbario Kunzeano ad *Sel. Vogelii* pertinere declaravit, sed ex descriptione hæc species a planta hortensi adeo differt, ut a monographo cl. dissentire liceat. Adscribuntur scilicet *S. Vogelii*: caulis compressus, rami oppositi, folia subtus micantia, lateralia ovato-lanceolata falcata acuminata 2‴ longa, intermedia falcata concava, antheridia ovata farina alba impleta, globuli albidi, quæ omnia plantæ nostræ non conveniunt. Descriptio *S. pubescentis* ejusdem auctoris, nisi omnino, melius tamen in nostram plantam quadrat, cui speciei plantam hortensem revera adnumerandam esse specimine Wallichiano in herbario regio asservato satis probatur.

Ramificatione laxiore et magis divaricata foliisque multo minoribus a præcedente primo adspectu valde discedit, notis essentialibus ei prope accedit. Surculi 1 $\frac{1}{2}$-2 pedales, stipite 5-6-pollicari. Rami in rachi subflexuosa alterni, inferiores præsertim remoti, infimi sequentibus plerumque breviores, maxime evoluti 16-20-ramulosi. Caulis teretiusculus obtuse tetragonus vel, plano faciali medio angulato, pentagonus, dorso convexus, stramineus vel carneo-rubescens, versus apicem, æque ac rami, albidus, supra parcius, dorso densius pubescens, pilis, ut in præcedente, unicellularibus et *eglandulosis* (etiam in *S. pubescente* spontanea, cui cl. Spring ramos glanduloso-pubescentes adscribit). Folia lætius viridia, non diaphana, subtus pallidiora, utrinque opaca. Folia lateralia 2 mm. longa, ovata vel ovato-oblonga, obtusa, in sicco propter margines versus apicem revolutos specie acuminata, margine sub microscopio cellulis prominulis subcrenulata. Folia intermedia adpressa, convexiuscula, sub microscopio subdenticulata, apice pallido plus minusve patulo, nervo versus apicem vix prominulo, inferiora basi rotundata, superiora ad latus externum in appendicem descendentem acuminatam producta. Spicæ ramulos terminantes, breves (2-3‴ longæ), ramulo folioso vix angustiores. Bracteæ pallide virides, versus apicem denticulis nonnullis instructæ.

Microsporangia orbicularia, bracteis paulo breviora. Macrosporangia pauciora ad basin aut in medio spicæ, magnitudine insignia, bracteam fere superantia. Microsporæ *umbrino-fuscæ*, $\frac{1}{30}$ mm. crassæ, muricato-papillosæ, papillis conicis vel cylindricis, acutiusculis vel truncatis. Macrosporæ ejusdem coloris (immaturæ albidæ), ultra $\frac{2}{3}$ mm. crassæ, dense tuberculatæ, tuberculis hemisphæricis vel conicis, hinc inde confluentibus.

ε. Rosulatæ.

25. S. CUSPIDATA *Link* Fil. h. Ber. p. 158; Spr. monogr. II, p. 66; Mett. Fil. h. Lips. p. 123; *S. pallescens* Kl. in Linnæa XVIII, p. 520; *Lycopodium cuspidatum* Link h. Ber. II, p. 161; *L. pallescens* Presl.; *L. circinale* Cham. et Schlecht in Linnæa V, p. 622 (non Lam. Willd.).

β. *Elongata Spr.* l. c. 67; Mett. l. c. 124; *S. cordifolia* hort. (non Desv.); *S. Avilæ* Karst. mspt. (nomen a monte Caracasano Avila); *S. sulcangula* Spr. monogr. p. 163.

In Mexico, Guatemala et Columbia. Forma normalis in hortis per triginta fere annos colitur, var. β. serius e Columbia introducta esse videtur. *S. sulcangulam*, quam cl. Spring in sectionem longe remotam inseruit, huc quoque spectare speciminibus herbarii regii ab ipso auctore determinatis, et spontaneis, et cultis, confirmatur. *S. tamariscina* s. *tamariscifolia* hort. (Knze. Ind., n° 775) sec. specimina hucusque sub hoc nomine e variis hortis accepta ad *S. cuspidatam* quoque pertinet, nec ad veram *S. tamariscinam* Spr., p. 64 (*Lycop. tamar.* Desv.; *Lycop. circinale* Lam., Sw., Willd.). Indiæ orientalis, quæ foliis lateralibus obscure denticulatis, nec ciliatis, in aristam piliformem excurrentibus facile distinguitur.

Descriptionibus *S. cuspidatæ* pauca tantum addam. Folia lateralia angusta, intermedia et bracteæ late albo-marginata. Cellulæ marginis verrucosæ. Microsporangia macrosporangiis minus numerosa, oblonga. Microsporæ coccineæ, $\frac{1}{28}$ mm. crassæ, tenuissime punctato-granulatæ. Macrosporæ luteo-albæ, $\frac{1}{3}$ mm. paulo superantes, tenuiter et laxiuscule reticulatæ. Var. β. surculis elongatis (pedalibus et ultra), suberectis, inferne simplicibus (stipitatis), superne magis divaricato-ramosis, foliis

ramulorum laxius dispositis differt, sed notis essentialibus cum forma typica rosulato-expansa convenit.

26. S. CONVOLUTA *Spr.* monogr. p. 69; *Lycopodium convolutum* Walk. Arnott; *L. hygrometricum* Martius.

In Brasilia, Guyana et Columbia. Accepimus ex horto Petropolitano sub nomine *S. paradoxæ* « Mart. », sed Selaginella hujus nominis nullibi descripta est et *Lycopodium paradoxum* Mart. (ic. sel. pl. Crypt., p. 38, t. 20, f. 2) planta est longe alia, ad Lycopodia vera pertinens. *L. paradoxum* H. et B. est *L. phylicæfolium* Desv. et Spring.

Planta hortensis, cultura paululum mutata, a spontanea differt surculis altioribus (4-6 poll. longis), erectioribus, evidentius stipitatis, magis pyramidatis, bipinnato-ramosis; foliis minus arcte imbricatis, lateralibus subrectangule patentibus, angustioribus, brevius cuspidatis, intermediis ratione lateralium paulo (in caule primario duplo, in ramulis fere triplo) minoribus. Folia dura, coriacea, infima (stipitis) homomorpha, erecta, imbricata, longe cuspidata, fusca; superiora et ramorum dimorpha, lateralia postica, caulis dorsum omnino tegentia, oblique ovata vel ovato-oblonga, antice latiora, apice subfalcata et plus minusve cuspidata, utrinque serrulata, basi anteriore in auriculam descendentem elongatam obtusam fimbriatam producta, posteriore subauriculata, auricula parva rotundata partim sub anteriore occulta, supra prasino-viridia, subtus cinereo-argentata, margine anteriore *fascia alba latissima*, versus apicem folii angustata et evanescente, ætate demum *fusca*, notata, nervo medio viridi latissimo plano vel subdepresso (in latere superiore inconspicuo) percursa. Folia intermedia adpressa, parallela, nervo præsertim versus apicem supra prominente percursa, cæterum plana, oblonga, cuspidata, utrinque serrulata, basi subfimbriata, inæqualiter cordato-auriculata, *auricula interiore majore* et longius descendente, exteriorem minutam partim obtegente vel cum eadem peltatim confluente. Dentes foliorum e cellula media prominente binisque lateralibus juxta mediam plus minusve adscendentibus formantur. E ramis surculorum vetustorum ramuli prodeunt basi contracti et quasi stipitati, denique soluti et propagationi inservientes. Fructificatio in hortis nondum apparuit.

27. S. PILIFERA *A. Br.* (in der Sitz. d. Gesellsch. naturf. Freunde 17, Maerz 1857); *S. lepidophylla* Mett. Fil. h. Ber. p. 123 (non Spring).

Surculis numerosissimis, rosulatim confertis, horizontaliter expansis, siccitate circinato-conglobatis, inæqualiter dichotomis, fastigiatis; foliis pectinato-imbricatis, caulem suboccultantibus, lateralibus planiusculis, ovato-oblongis, subfalcatis, cuspidato-piliferis, serrulatis, basi inæqualiter cordatis et ciliatis; intermediis triente fere minoribus, oblongis, brevius cuspidato-piliferis, remote serrulatis, nervo apice prominulo percursis; bracteis e basi ovata longe acuminatis, albo-marginatis, ciliolatis.

In hortis hucusque sub nomine *S. lepidophyllæ* colebatur, nescio unde allata. Specimina texana in montosis ad fluvium Rio Grande infra el Paso una cum *S. lepidophylla* a cl. Wright anno 1849 collecta comm. Dr G. Engelmann.

Folia in speciminibus spontaneis arctius, in cultis laxius imbricata, lateralia in cultis magis patula. Color foliorum supra flavo-viridis, subtus pallidior, argenteo-nitens. Folia lateralia margine anteriore superne anguste, versus basin late albo-marginata; margine posteriore fascia cinereo-argentata limitata. Folia intermedia supra quoque paululum cinerascentia et nitentia, nervo lato viridi percursa. Serratura in margine anteriore foliorum lateralium densa, in posteriore, nec non in utroque margine foliorum intermediorum remota. Ciliæ ad basin foliorum lateralium, præsertim basin anteriorem rotundatam et cordato-auriculatam, densæ et elongatæ; ad basin subpeltatam foliorum intermediorum minus conspicuæ. Nervus foliorum lateralium neque supra, neque infra conspicuus, sed in foliis luci objectis evidens. Apex piliformis albidus in foliis lateralibus ad dimidiam fere folii longitudinem extensus, basi e cellulis pluribus parallelis, apice e cellula unica valde elongata formatus. Spicæ ramulos plurimos terminantes, ramulo folioso vix angustiores, laxiusculæ, elongatæ ($\frac{1}{2}$-1-pollicares), inferne macrosporangiis numerosis, superne microsporangiis onustæ. Bracteæ virides, superne angustius, versus basin late et indistincte albo-marginatæ, superne brevius, inferne longius ciliolatæ, acute carinatæ, carina scabra, apice breviter aristatæ. Microsporangia oblonga. Microsporæ aurantiacæ, $\frac{1}{30}$ mm. crassæ, granulatæ. Macrosporæ albæ, $\frac{1}{3}$ mm. crassæ, tenuiter elevato-reticulatæ.

Ab hac specie differt :

S. lepidophylla Spr. monogr. p. 72 (*Lycopodium lepidophyllum* Hook. et Grev.; Meissner in Linnæa XII, p. 150, t. 3; *L. circinale* Mart. et Galeotti) surculis rosulatim confertis, prostratis, siccitate circinato-conglobatis, bipinnatis, foliis arctissime squa-

mato-imbricatis, caulem omnino occultantibus, lateralibus dorso convexis, late ovatis, obtusis, margine anteriore late membranaceis tenuissime fimbriatis, basi subpeltatis ciliolatis; intermediis paulo minoribus, ovatis, obtuse apiculatis, albo-marginatis, ciliolatis, enerviis; bracteis late ovato-triangularibus, margine late membranaceis, minute fimbriatis.

Hab. in Mexico, Texas (Wright), nec non sec. Spring in California et Peruvia. In hortis hucusque desideratur. Inter rosulatas forte pulcherrima, maxime concinna, supra amœne viridis, subtus variegata, nitidissima, foliis lateralibus scilicet versus marginem posteriorem coriaceis viridibus, versus marginem anteriorem tenuissime membranaceis, albidis, medio fusco-luteis, ætate demum omnino griseo-fuscescentibus. Folia intermedia lateralia supra maximam ad partem tegunt, plana vel convexiuscula, non carinata, basi peltata. Nervus neque in foliis lateralibus, neque in intermediis conspicuus. Spicæ breves (2 lineas longæ), ramulis foliosis non angustiores, exacte tetragonæ. Bracteæ quam in S. pilifera multo latiores, breviter acuminatæ, muticæ, medio virides, ad latera pallidæ. Microsporangia reniformia, transverse latiora, tumida. Microsporæ coccineæ, tetraedrice conjunctæ, ultra $\frac{1}{25}$ mm. crassæ, granulatæ. Macrosporæ flavescentes, $\frac{1}{3}$ mm. crassæ, grosse et irregulariter reticulatim exsculptæ.

b. Articulatæ.

a. Repentes.

* Vage ramosæ, spicis lateralibus sessilibus.

28. S. HORTENSIS *Mett.* Fil. h. Lisp. p. 125; *S. denticulata* hortorum; nec auctorum; *L.* (*Selag.*) *Kraussiana* Kunze. in Linnæa XVIII, p. 114 (ex parte?); *S. rupestris* Spr. monogr. p. 123 (ex parte?).

Antiquissima et vulgatissima hortorum species (in hort. Carlsruhano ante annum 1820 culta), in hortis ubique pro *S. denticulata* habita et ab ipso Spring cum hac confusa, quam Mettenius denique propriam et a *S. denticulata* omnino alienam esse demonstravit. Ex hort. van Houtte sub nomine erroneo *S. pectinata* quoque accepimus.

Patria Sicilia (ad montem Etna, Sello 1828; herb. Kunth), Madeira? (« prope St. Anna »; herb. A. Br. nescio a quo lecta) et ad promontorium

Bonæ Spei (im Kooksbosch in der Zitzikamma, Breutel 1853; Herb. A. Br.) (1). Species distinctissima!

Caulis ad ramorum originem constricto-articulatus, depresso-tetragonus, plano faciali et dorsali margine utrinque sulcato. Radices anticæ, tenues, simplices, apice denique breviter dichotomæ. Folia lateralia sulcis lateralibus inferioribus inserta, fere rectangule patentia, oblonga, acuta vel breviter acuminata, basi anteriore rotundata et caulis dorsum paululum tegentia, posteriore paululum angustata, margine anteriore ubique, posteriore supra medium subtiliter serrulata, nervo tenero sub apice evanescente. Folia intermedia divergentia, ovata, acuminata, apice patula, basi obliqua, exteriore subauriculata, margine serrulata. Spicæ *laterales, sessiles!*, pleramque locum ramuli primi exterioris tenentes, graciles, subflexuosæ, *macrosporangio unico, basilari*. Bracteæ ovatæ, longe et anguste acuminatæ, valde carinatæ, serrulatæ. Microsporangia breviter reniformia vel subcordato-orbicularia, tumida, medio paululum constricta. Microsporæ dilute flavæ vel subaurantiacæ, $\frac{1}{80}$-$\frac{1}{25}$ mm. crassæ, *acute muricatæ*. Macrosporæ ultra $\frac{2}{3}$ mm. crassæ, albæ vel subcinerascentes, laxe et regulariter elevato-reticulatæ.

** Pinnatim vel pyramidatim ramosæ, spicis lateralibus subsessilibus.

29. S. Galeottii *Spr.* monogr. II, p. 220; Mett. Fil. h. Lips. p. 125; *S. suavis* Kl. in Linnæa XVIII, p. 521 (non Spring); *L. stoloniferum* et *fruticulosum* Mart. et Gal.

Hab. in Mexico, Bolivia et Panama. Colitur in hortis sub nomine *S. Schottii*. Surculi longissime prostrati aut penduli, nonnunquam adscendentes et apice demum ad terram reflexi, laxe bipinnatim, nonnunquam pyramidatim ramosi, laxe foliosi. Radices crassiores, folia duriora et minus diaphana quam in præcedente. Caulis ad originem ramorum nodose articulatus, depresso-tetragonus, facie bisulcatus et medio carinatus, utroque latere sulco leviore exaratus. Folia lateralia sulcis lateralibus inserta, dorsum caulis non tegentia, oblique patentia, ovato-oblonga, antice latiora, obtusiuscula, basi anguste cordato-excisa, utrinque breviter

(1) Cf. Kunze, *l. c.*, præter alias localitates hanc quoque indicat, sed diagnosis *Lycopodii Kraussiani* in specimina Breutelliana non exacte quadrat. An forte duas species commiscuit? Descriptio *S. mniioidis* in monographia Springiana magis etiam discedit.

auriculata (auricula anteriore pallida, inflexa, cauli arcte adpressa, ciliis nonnullis instructa; posteriore subangulata, rarius ciliata), integerrima, sub microscopio apice denticulata, supra convexiuscula et nervo prominulo subcarinata. Folia intermedia sulcis caulis anticis inserta, duplo-triplo minora, adpressa, oblique ovata, breviter acuminata, obtusiuscula, apice denticulata, margine anteriore plus minusve serrulata, basi sagittato-auriculata, auricula exteriore latiore obtusa repando-dentata, interiore breviore et angustiore acuta. Aut in utraque auricula, aut tantum in interiore, ciliæ nonnullæ observantur elongatæ et *articulatæ* i. e. cellulis 2-4 compositæ. Spicæ breves (2-3″ longæ), laterales, aut ramulis brevioribus insidentes, aut omnino sessiles, macrósporangio basilari unico, maximo, plumbeo-fusco instructæ. Bracteæ ovatæ, breviter acuminatæ, obtusiusculæ, inferne præsertim denticulatæ, immarginatæ. Microsporangia subglobosa. Microsporæ pallide fuscescentes, $\frac{1}{30}$ mm. crassæ, papillis cylindricis truncatis dense muricatæ. Macrosporæ *majores* $\frac{1}{3}$ mm. crassæ, fuscæ, grosse elevato-reticulatæ et *minores* $\frac{1}{3}$ mm. crassæ, flavescentes, angustius et tenerius reticulatæ.

30. S. SULCATA *Spr.* monogr. II, p. 214; *Lycopodium sulcatum* Desv.

In Brasilia frequens, nec non in Columbia. In hortis Berolinensibus deest, colitur autem sec. Spring in horto Parisiensi (*Lycop. stoloniferi* nomine). Habitu *Sel. Martensii* æmulatur, sed caule articulato, foliis lateralibus utrinque auriculatis, auricula anteriore calcariformi, longe decurrente, decolorata, membranacea et ciliata, spicis denique lateralibus, sessilibus aut subsessilibus facile distinguitur.

B. Platystachyæ.

b). Resupinatæ.

31. S. STENOPHYLLA. Surculis e basi repente adscendentibus, undique radicantibus, superne pyramidatim ramosis, subtripinnatis; caule continuo, dorso convexo, facie carinato et leviter bisulcato; radicibus posticis; foliis undique dimorphis, flaccidis, hyalino-striolatis, lateralibus posticis, oblique vel subrectangulariter patentibus, lineari-lanceolatis, rectis (vix subfalcatis), acutiusculis, serrulatis, basi subdilatatis ciliolatis, anteriore rotundatis,

posteriore cordato-subauriculatis; intermediis ovatis, aristato-acuminatis, ciliolatis, basi oblique cordatis, exteriore auriculatim productis; spicis ramigenis, bracteis dimorphis, superioribus longioribus viridibus ovato-lanceolatis cristato-carinatis, inferioribus pallidis ovato-acuminatis.

Patria dubia. In hortis colitur sub nominibus erroneis *S. microphylla* s. *sulcata microphylla* et *S. stellata*. Inter species mihi cognitas nostræ proxima est *S. albonitens* (Spr. monogr. p. 80) Ind. occidentalis, quam e contubernio *S. apoda* removendam aptiusque cum *S. Lychnucho* consociandam esse censeo. Convenit foliorum colore et striis hyalinis, nec non bractearum superiorum carina cristata, differt vero statura minore et debiliore, foliis lateralibus basi non auriculatis, intermedlis basi cuneatis longius aristatis, bracteis minus evidenter dimorphis. Ab altera parte *S. stenophylla* maxime propinqua est *S. Martensii*, quacum plurimis notis, inprimis surculorum ramificatione convenit, sed caule tenuiore, radicibus gracilioribus, foliis angustioribus et bracteis evidentissime dimorphis primo adspectu distinguitur. Folia læte vel flavo-viridia, subtus pallidiora et nitentia, diaphana, sub microscopio striis pellucidis decoloratis longitudinaliter vel suboblique decurrentibus et varie interruptis notata. Folia lateralia in caule vetusto siccitate nonnunquam sursum inflectuntur, nervo supra leviter sulcato, subtus prominulo instructa, margine superiore versus basin anguste albo-marginata. Folia intermedia dorso subcarinata, arista patula. Spicæ numerosæ, ramos ramulosque terminantes, juventute nutantes, quoad longitudinem valde variabiles, ramulo vegetativo paulo angustiores, supra dilatatæ. Bracteæ superiores margine remote et breviter ciliolatæ, carina in cristam s. alam atroviridem dentatam extensa ornatæ; bracteæ inferiores breviores et magis ventricosæ, margine densius ciliolatæ, nervo medio viridi non cristato percursæ. Macrosporangia et microsporangia in eadem spica numerosa. Microsporæ intense puniceæ, cæterum iis *S. Martensii*, æque ac macrosporæ albidæ omnino similes.

Species dubia.

32. S. RIGIDA *hort.*, nuper, ni fallor, ex horto van Houtte divulgata, ab omnibus speciebus, quas supra recensui, differt, sed, quum juvenilem et sterilem tantum viderim, utrum species nova sit an cognitarum quædam, dijudicare nequeo. Surculis gaudet

erectiusculis, subæqualiter dichotomis; radicibus anticis; caule rufescente; foliis undique dimorphis, remotiusculis, quoad formam et serraturam iis *S. hortensis* similibus, sed lateralibus basi cuneatis et intermediis longius cuspidatis.

CLAVIS ALPHABETICA SYNONYMORUM.

S. *africana* (hort.) A. Br. v. No. 23. = S. Pervillei.
— alata hort. = S. Martensii β. flaccida.
— albidula Sw. (sub Lyc.) Spr. = S. apus var.
— albidula herb. Shutlew. = S. Ludoviciana.
(— *albonitens* Spr. v. sub No. 31.)
— altissima Kl. et hort. = S. lævigata.
— anceps Presl. = S. flabellata.
— apoda hort. (major) = S. Ludoviciana.
— apoda hort. (minor) = S. apus.
— apotheca hort. = S. Ludovieiana.
— — = S. sarmentosa.
— apothecia Bevis (sub. Lycop. = S. Ludoviciana?).
— apothesa hort. = S. Ludoviciana.
— — = S. sarmentosa.
— *apus* L. (sub Lyc.) Spr. v. No. 4.
— apus hort. ex p. = S. Ludoviciana.
— apus minor hort. = S. apus.
— apus γ. denticulata Spr. = S. Ludoviciana.
(— apus β. tetragonostachya Spr. = S. Beyrichii.)
— arborea hort. = S. lævigata.
— argentea hort. Veitch. = S. serpens.
— asplenifolia hort. = S. Martensii γ. compacta.
atrovirens Presl. (sub Lyc.) non Spr. = S. Breynii.
— atroviridis Spr. v. V° 14.
— Avilæ Karst. et hort. = S. cuspidata β.
(— *Beyrichii* A. Br. v. sub No. 5.)
(S. Brasiliensis Desv. (sub Lyc.) — S. flexuosa.)
— Brasiliensis hort. sec. Spr. = decomposita Spring.
— Brasiliensis Raddi (sub Lyc.) = S. apus.
— Brasiliensis Lk. (nec Raddi, nec Desv.). = S. apus.
— *Breynii* Spr. v, No. 12.
— bryoides Kaulf. (sub Lyc.) = S. pumila.
— cæsia hort. (van Houtte 1846-47). = S. uncinata.
— cæsia arborea hort. = S. lævigata.
— cæsia violacea hort. (Booth. 1855). = S. uncinata.
— *caulescens* Wall. (sub Lyc.) Spr. v. No. 20,
— chinensis h. Lodd. Knze. ind. = ? uncinata.
— *ciliata* W. (sub Lyc.) v. No. 14,
— circinalis Cham. et Schl. (sub Lyc.) et hort. = S. cuspidata.
(— circinalis Lam. = S. tamariscina.)
(— circinalis Mart. et Gal. (sub Lyc.) = S. lepidophylla.)
— compacta h. Rollis. (Lyc.) = S. Martensii ε.
— *convoluta* Walk. Arn. (sub Lyc.) Spr. v. No. 28.
— cordata hort. = S. cuspidata β. elongata.
— cordifolia hort. (non Desv.) = S. cuspidata β.
(— *cordifolia* Desv. (sub Lyc.) Spr. v. sub No. 9.)
— crispa hort. Lodd. Knze. ind. = ?
— *cuspidata* Link. v. No. 25.

S. *cuspidata* β *elongata* Spr. v. No. 27.
— Danielsiana hort. = S. Martensii γ.
— decomposita hort. gandav. et alior. (et Spr.?) = S. Martensii.
— decomposita hort. Berol. = S. apus.
— decomposita var. compacta. = S. Martensii γ. compacta.
— decora hort. (Linden 1858) = ?
— *delicatissima* (hort.) A. Br. v. No. 8.
— densa hort. = S. apus.
— *denticulata* L. (sub Lyc.) Kl. Sp. v. No. 7.
— denticulata hort. = S. hortensis et S. Kraussiana.
— denudata hort Genuens. (non Spr.). = S. Kraussiana.
— dichotoma hort. = S. Martensii δ. divaricata
— depressa Sw. hort brit. 1839 (sub Lyc.) = S. denticulata capensis.
— dichrous s. dichrus hort. = S. filicina et S. hæmatodes.
— elongata hort. = S. cuspidata β. elongata.
— *erythropus* Mart. (Lyc.) Spr. v. No. 26.
— *filicina* Spr. v. No. 22. = S. hæmatodes.
— flabellaris hort. = S. flabellata.
— *flabellata* L. (sub Lyc.) Spr. v. No. 22.
— flabellata Mart. et Gal. (sub Lyc.) = S. Martensii.
(— *flexuosa* Spr. v. sub No. 13.)
— flexuosa hort. (van Houtte 1853, non Sw.) = S. Martensii δ divaricata.
— formosa hort. Veitch et alior. = S. Martensii β. flaccida.
— fruticulosa Bl. (sub Lyc.) = S. caulescens.
— fruticulosa Mart. et Gal. (sub Lyc.) = S. Galeottii.
— *Galeottii* Spr. v. No. 29.
— hæmatodes Knze. (sub Lyc.), Spr. v. No. 23.
— hæmatodes Kl. (non Spr.) = S. filicina.
— *helvetica* L. (sub Lyc.) v. No. 6.
— heterodonta Desv. (sub Lyc.) = ? S. sarmentosa.
S. Hoibrenkii hort. = S. Martensii δ. divaricata.
— *hortensis* Mett. v. No. 28. = S. Kraussiana.
— Huegelii hort. = S. Martensii γ. compacta.
— hygrometrica Mart. (sub Lyc.) = S. convoluta.
— Jamaicensis hort. = S. serpens.
— *inæqualifolia* Hook. et Gr. (sub Lyc.) Spr. v. No. 17.
— *increscentifolia* Spr. v. No. 15.
— interrupta A. Br. in hort. = S. sarmentosa
— involvens Bisch. (non Sw. nec Spr.). = S. Kraussiana.
(— *jungermannioides* Gaud. (sub Lyc.) v. sub No. 12.)
— Karsteniana Kl. = S. filicina.
— Kraussiana Knze. (sub Lyc.) = ? S. hortensis.
— *lævigata* W. (sub Lyc.) Spr. v. No. 18.
— lævigata hort. = S. pubescens.
(— *lepidophylla* Hook. et Gr. (sub Lyc.) Spr. v. sub No. 27.)
— lepidophylla hort. = S. pilifera.
— leptophylla cat. hort. Emman. Gay. = ? S. lepidophylla hort.
— Lobbii Veitch v. N° 26.
— Loosiana h. Low. 1858 = ?
— Louisiana hort. (v. Houtte 1852-1853). = S. Ludoviciana.
— *Ludoviciana* A. Br. v. No. 5.
— Lyalii Hook et Grev. (sub Lyc.) Sp. N° 24.
— Marginata Gaudich. = S. sulcata.
— *Martensii* Spr. v. No. 13.
— *Martensii congesta* A. Br. v. No. 13. ε.
— *Martensii compacta* Knze. v. No. 13. γ.
— *Martensii divaricata* A. Br. v. No. 13. δ.
— *Martensii flaccida* A. Br. v. No 13. β.
— *Martensii flexuosa* Knze. = S. Martensii δ.
— *Martensii normalis* A. Br. v. No. 13. α.
— Martensii pl. Lechler, n° 2015. = S. Pöppigiana.

(S. *microphylla* Kunth. (sub Lyc.) Spr. v. sub No. 8.)
— microphylla hort. (non Kuth, Spr.), = S. stenophylla.
(— minima Spr. v. sub No. 8.)
— mnioides Spr. ex part. = S. Kraussiana et ? S. hortensis.
— monstrosa hort. = S. Martensii γ. compacta.
— mutabilis hort. = S. serpens.
— Novæ Hollandiæ Sw. (sub Lyc.) Spr. = S. ciliata.
— obtusa hort. (non Spr.) = S. denticulata.
— ornithopodioides hort. Angl. (non L. Spr.?) = ? S. sarmentosa.
— ornithopodioides Wall. (sub Lyc.) = S. lævigata.
— Pallasiana hort. (Luddens 1858). = S. cuspidata β.
— pallescens Presl. (sub Lyc.) Kl. = S. cuspidata.
(— pallida Beyr. non Spr. = S. Beyrichii.)
— Palusiana hort. (Linden 1858). = S. cuspidata β.
— palusiensis hort. Low. 1858). = S. cuspidata β.
— panamensis hort. Rolfia. (sub Lyc.) = S. Breynii.
— paradoxa hort. = S. convoluta.
— patula Sw. (sub Lyc.) Spr. = ? S. sarmentosa.
— pectinata hort. van Houtt. (non Spr.) = S. hortensis.
— peltata Presl. = S. caulescens.
(— *Perrillei* Spr. v. sub No. 25),
— *pilifera* A. Br. v. No. 27.
— plumosa hort. (Makoy 1857) = S. viticulosa.
— plumosa. L. (sub Lyc.) sec. Spr. S. lævigata.
— plumosa Schkuhr. (sub Lyc.) sec. Spr. = S. Breynii.
— Pöppigiana Hook. Fil. exot. = S. Martensii.
— Pöppigiana hort. (non Hook. et Gr.) = S. Breynii.
— *pubescens* Wall. (sub Lyc.) Spr. v. No. 27.
— pulla hort. = S. Martensii α.
— *pumila* Schlecht (sub Lyc.) Spr. v. No. 3.
S. pygmæa Kaulf. (sub Lyc.) = S. pumila.
— radicans Schrank (sub Lyc.) = S. helvetica.
— ramosa hort. Rollis. (sub Lyc.) = S. Martensii ε.
— *rigida* hort. (Linden 1854). = S. Pöppigiana.
— *rupestris* L. (sub Lyc.) Spr. v. No. 2.
— *sarmentosa* A. Br. v. No. 10.
— scalariformis hort. Argentor. = S. Ludoviciana.
(— *Schiedeana* A. Br. v. sub No. 9.)
— Schottii hort. = S. Galeottii.
— selaginoides L. (sub Lyc.) Link. = S. spinulosa.
— *serpens* Desv. (sub Lyc.) Spr. v. No. 9.
— serpens hort. = S. Martensii β. flaccida.
(— serpens Schlecht. et Cham. = S. Schiedeana.)
— spinosa P. Beauv. Spr. = S. spinulosa.
— *spinulosa* A. Br. v. No. 1.
— stellata Link et hort. ex part. (non Spr.) = S. Martensii α.
— stellata hort. ex part. = S. stenophylla.
— *stenophylla* A. Br. v. No. 31.
— stolonifera Lk. et hort. (non Sw.) = S. Martensii α.
— stolonifera hort. Par. sec. Spr. = S. sulcata.
— stolonifera Mart. et Gal. (sub Lyc.) = S. Galeottii.
(— stolonifera Raddi (sub Lyc.) = S. flexuosa.)
— suavis Kl. (non Spr.) = S. Galeottii.
(— *subspinulosa* Spr. v. sub No. 8.)
— sulcangula Spr. = S. cuspidata β.
— sulcata hort. = S. Martensii α.
— *sulcata* Desv. (sub Lyc.) Spr. v. No. 32.
— sulcata hort. v. microphylla hort. = S. stenophylla.
— tamariscifolia hort. = S. cuspidata.
(— *tamariscina* Desv. (sub Lyc.) Spr. v. No. 25.)
— tamariscina hort. (non Desv.) = S. cuspidata.
(— *truncata* Karst. v. sub No. 12.)

S. umbrosa Lemaire (sub Lyc.) hort. = S. erythropus.
— *uncinata* Spr. v. No. 14.
— uncinata β. arborea Mett. = S. lævigata.
— variabilis (Hook ?) h. = S. serpens.
— varians hort. = S. serpens.
— *viticulosa* Kl. v. No. 21.
— Vogelii Mett. (non Spr.)) = S. pubescens.
(S. *Vogelii* Spr. v. sub No. 23.)
— Warscewicziana Kl. = S. ciliata.
— Wartonii hort. angl. (Low. 1858). = S. sarmentosa.
— Willdenowii Desv. (sub Lyc.) = S. lævigata.
— Willdenowii hort. (van Houtte 1852-53). = S. pubescens.

APPENDIX.

Sectio I. — Homotropæ.

A. Polystichæ.

a). Cylindrostachyæ.

1. S. spinulosa *A. Br.*; *spinosa* P. d. Beauv., Spr. *S. selaginoides* Lk.; *Lycopodium selaginoides* L.

Europ. et Amer. bor.

b). Tetragonostachyæ.

† 2. S. rupestris *Spr.*; *Lycopodium rupestre* L.

Amer. sept. et aust., Afr. austr., Ind. or.

B. Tetrastichæ.

† 3. S. pumila *Spr.*; *Lycopodium pumilum* Schlchtd.; Lk. h. Ber. II (1833), p. 160; *L. pygmæum* et *L. bryoides* Kaulf. enum.

Africa australis.

Sectio II. — Dichotropæ.

A. Tetragonostachyæ.

a). Continuæ.

α. Repentes.

4. S. apus *Spr.*; Lk. Fil. h. Ber. p. 159; Mett. Fil. h. Lips. 123; *Lycopodium apodum* L.; *L. brasiliense* Lk. h. Ber. II. 162 (non Radd.); *S. albidula* Spr.

in Amer. sept., nec alibi hucusque reperta.

Cl. Spring præter sequentem speciem et alias complures cum *Sel. apoda* commiscuit. Planta pöppigiana, in Peruvia lecta, habitu et foliorum forma differt, sed propter sterilitatem non rite determinanda est. Specimina brasiliana, quæ vidi, omnia ad *S. crassinerviam* Spr. ducenda esse convictus sum, ad quam Raddii *S. brasiliensis* (secundum collectiones a doctore Rudio nuper missas prope Sebastianopolin vulgatissima), nec non *S. Beyrichii* mea (ind. sem. 1857, p. 12), et, ni fallor, *S. polysperma* Spr. (sec. specimina herb. Kunzeani) pertinent. Hæc species, *Sel. apodæ* habitu subsimilis, sed notis characteristicis valde distincta, Selaginellis platystachyis adsocianda est, inter quas *S. anomalam* Spr. proxime accedit. *Sel. apus* bracteis gaudet omnino homomorphis, in carina dorsi cristá s. ala superne latissima et laminam excedente auctis, Fissidentis folia fere æmulantibus. *Selaginellæ crassinerviæ* bracteæ magnitudine quidem subæquales sunt, sed quoad formam, texturam et colorem dimorphæ, anticæ heteropleuræ, latere superiore plano intense viridi, inferiore subventricoso pallido, porro valde carinatæ, carina angustius cristata; bracteæ postice utrinque pallidæ, dorso non cristatæ. Microsporæ *Sel. crassinerviæ* miniatæ, $\frac{1}{32}^{mm}$ crassæ, papillis elongatis parce obsitæ; macrosporæ luteo-albæ, $\frac{1}{3}^{mm}$ crassæ, minus grosse reticulatæ.

5. S. Ludoviciana *A. Br.; S. apus* γ. *dentieulata* Spr.

Amer. sept. calidior. Vidi specimina spontanea in herb. Kunzei e Florida sub nomine *S. albidulæ* (Shuttleworth) nec non in herb. Mougeoti ex herb. Richardiano sub nomine *S. apodæ*.

6. S. helvetica *Lk. L. helv.* L., *L. radicans* Schrank.

In subalpinis Europæ, Asiæ min. et Cauc.

7. S. denticulata *Lk.*; *L. dent.* L.

Europ. merid., Syria, ins. Canar. et Madera.

L. depressum Sw. e Cap. b. sp. a cl. Spring huc ductum sine dubio speciem propriam sistit (conf. ind. sem. anni 1858, p. 20 sub *S. hortenoii*).

8. S. delicatissima (hort.) *A. Br.* ind. sem. h. Ber. 1857, p. 13.

Patria mihi ignota; planta culta hucusque spicas non protulit.

9. S. SERPENS *Spr.*; *L. serp.* Desv.

Ind. occ. et Mexico.

10. S. SARMENTOSA *A. Br.* ind. sem. h. Ber. 1857. p. 14; ? *S. patula* Spr. monogr.; ? *Lycopodium patulum* Sw. syn. Fil.; ? *L. heterodonton* Desv.

Ind. occ.? Ex hortis Anglicis nomine *Selaginellæ Whartonii* quoque divulgatur.

11. S. UNCINATA *Spr.* monogr.; Mett. Fil. h. Lips.; *Lycopodium uncinatum* Desv.

China. De fructificatione conf. ind. sem. anni præteriti, p. 20.

12. S. BREYNII *Spr.* monogr.; *S. atrovirens* Pres.; *S. panamensis* hort.

Amer. austr. (et centralis?).

β. Adscendentes.

** Persistentes.

13. S. MARTENSII *Spr.* monogr.; Mett. Fil. h. Lips.; *Lycopodium flabellatum* Martens. et Galeotti (non L.); *L. stolonifera* Link. h. Ber. II (1833), p. 162 (non Sw.); *S. stellata* Link. Fil. h. Ber. p. 159 (non Spring); *S. sulcata* Knze. Ind. Fil. (quoad plantam horti Ber. et Lips. non Spring); *S. decomposita* Spr. monogr. (quoad plantam hortensem! et spontaneam?); *S. Poppigiana* Hook. Fil. exot. (1857), t. 56 (nec aliorum).

α). *normalis*,
β). *flaccida*,
γ). *compacta*,
δ). *divaricata*,
ε). *congesta*.

Mexico. In hortis vulgatissima et nominibus permultis erroneis salutata, quæ omnia in indice alphabetico invenies.

14. S. ATROVIRIDIS *Spr.* monogr. II, p. 124; *L. atrovirida* Wall.

Ind. orient. Ex insula Borneo a peregrinatore *Thomas Lobb* in hortum Veitchii introducta est. Similis *Sel. Martensii* γ, sed major, intensius viridis, foliis lateralibus margine superiore minutissime denticulatis, inferiore integerrimis, subtus specie trinerviis; foliis intermediis circumcirca minute denticulatis, nec ciliatis.

* Redivivæ.

15. S. CILIATA *A. Br.* ind. sem. h. Ber. 1857, p. 16; *Lycopodium ciliatum* Willd. (non Desv.); *L. Novæ Hollandiæ* Sw.; *Selaginella Novæ Hollandiæ* Spr. monogr.; *S. Warscewicziana* Kl. in herb. reg. et hortis Berolinensibus.

America australis.

16. S. INCRESCENTIFOLIA *Spr.*; Mett. Fil. h. Lips.

Amer. australis. Anno præterlapso sero autumno spicas demum protulit parum conspicuas et apice sæpius in bulbillos abeuntes.

γ. Proceræ.

* Erectæ.

17. S. INÆQUALIFOLIA *Spr.*; Mett. Fil. h. Lips. *L. inæquale folium* Hook. et Grev.

Ind. orient.

** Scandentes.

18. S. LEVIGATA *Spr.*; *Lycopodium levigatum* Willd.; *L. Willdenowii* Desv.; *L. plumosum* L. et Sw. sec. Spring, non Willd. et auct. recent.; *Selaginella arborea*, *cæsia arborea* hort.; *S. uncinata var. arborea* Mett. Fil. h. Lips.; *S. altissima* Kl.

Ind. orient.

δ. Caulescentes.

19. S. CAULESCENS *Spr.*; *Lycopodium caulescens* Wall.; *S. peltata* Presl.; *L. fruticulosum* Bl.

In India orientali.

20. S. ERYTHROPUS *Spr.*; *Lycopodium erythropus* Mart.; *S. umbrosum* Lenlaire (non Willd.).

America austr.

21. S. VITICULOSA *Kl.*; Spr.; Mett. Fil. h. Lips.

In Columbia.

22. S. FLABELLATA *Spr.*; *L. flabellatum* L.

Amer. australis et Ind. occidentalis. Planta culta ex insula Martinica in hortum Parisiensem introducta esse dicitur.

23. S. HÆMATODES *Spr.* monogr. II, p. 156; *Lycopod. hæma-*

todes Knze. in Linnæa IX (1834), p. 9 et Farnkr. in Abbild. I, p. 61, t. 30; *S. filicina* Spr. l. c. p. 189; *S. Karsteniana* Kl.

In Columbia et Peruvia. Comparatis speciminibus *Sel. hæmatodis* a Pöppigio et Orbignyo lectis in herb. Kunzeano et Richardiano (nunc Franquevilleano) asservatis cum speciminibus *S. filicinæ* a Karstenio, Lindenio et Fendlerio (plant. Venezuelanæ N° 461) lectis utramque identicam esse certior factus sum.

24. S. Lyallii *Spr.* monogr. II, p. 168; *Lycopodium Lyallii* Hook. et Gr.

Madagascar. Species insignis, nuperius introducta, quam hucusque sterilem tantum observavi.

25. S. Pervillei *Spr.* monogr. II, p. 169; *S. africana* hort. et A. Br. ind. sem. h. Ber. 1857, p. 19.

In Insula Nosi Beh ad Madagascar.

26. S. Lobbii *James Veitch.*

Species nova speciosa, trunco elato erecto et ramis filicoideo-pinnatis, pubescentibus! insignis. Ex insula Borneo vivam misit Th. Lobb. Vidi specimen siccum incompletum ex horto Veitchiano.

27. S. pubescens *Spr.; Lycopodium pubescens* Wall. *S. Vogelii* Mett. Fil. h. Lips. (non Spr.).

India orientalis.

ε. Rosulatæ.

28. S. cuspidata *Link* Fil. h. Ber.; Spr. monogr.; Mett. Fil. h. Lips.; *S. pallescens* Kl.; *Lycopodium cuspidatum* Link h. Ber.; L. *pallescens* Presl.; *L. circinale* Cham. et Schlecht (non Lam. Willd.).

β. *elongata Spr.;* Mett. l. c.; *S. sulcangula* Spr.; *S. cordifolia* hort. (non Desv.); *S. Avilæ* Karst. ined. (nomen a monte Caracasano Avila); *S. palusiana* hort.

In Mexico, Guatemala et Columbia.

29. S. convoluta *Spr.; Lycopodium convolutum* Walk. Arnott; *L. hygrometricum* Martius; *S. paradoxa* hort. Petrop.

In Brasilia, Guyana et Columbia.

30. S. pilifera *A. Br.* Sitz. d. Gesellsch. naturf. Freunde 17.

Maerz 1857, ind. sem. h. Ber. 1857, p. 20; S. *lepidophylla* Mett. Fil. h. Lips. (non Spring).

Texas.

b). Articulatæ.

31. S. KRAUSSIANA *Knze.* in Linnæa XVIII (1844), p. 114 (sub Lycopodio); *S. hortensis* Mett. Fil. h. Lips. p. 125; A. Br. ind. sem. h. Ber. 1857, p. 21, et 1858, p. 20; *S. mnioides* Spr. monogr. II, p. 223 quoad plantam africanam; *S. denticulata* hortorum omnium (nec auctorum) inde ab initio hujus sæculi; *S. involvens* Bischoff in hort. Heidelb. et Mett. Beit. z. Bot. p. 7; *S. denudata* hort. Genuens. non Spr.; *L. depressum* Sweet hort. Brit. ed. III (1839)? (non Sw.).

In Africa australi ad caput Bonæ Spei (Krauss, Breutel) et portum Natalensem (Gueinzius). Reliqui loci natales, quorum l. supra cit. mentionem fecl, valde mihi suspecti sunt.

Cl. Spring sub *S. mnioidi* species duas distinctissimas confudit, alteram africanam, a cl. Kunze sub nomine *S. Kraussianæ* descriptam, quacum Mettenii *S. hortensis*, antiquitus in hortis culta, omnino convenit, alteram americanam, in Sieberi Flora mixta sub nomine *Sel. mnioidis* editam. Posterior hæc insulam Mauritii habitare quidem dicitur, sed specimina Sieberiana certo certius in insula Trinitatis lecta sunt, quippe quæ cum speciminibus a cl. Krüger ibidem lectis et in herb. Kunzeano asservatis ad amussim congruant. Cum hac conjungenda est *S. ciliauricula* Spr. e Columbia, quæ, habitu robustiore excepto, notis essentialibus non differt. *S. cirrhipes* Spr. e Columbia paulo magis quidem discedit caule tenuiore, nodis minus perspicuis, foliorum lateralium auriculis minus evolutis, foliis intermediis longius acuminatis et magis falcatis, sed nihilominus *Selaginellæ mnioidi* varietatis loco subjungendam esse censeo. Hæ omnes (æque ac *Sel. Galeottii* Spr.) a *Sel. Kraussiana* ciliarum structura (a cl. monographo neglecta) omnino discrepant. Denticuli in margine foliorum *S. Kraussianæ* constanter unicellulares sunt, apiculo denso cellulam secundam mentiente superati; ciliæ vero, quæ in parte basilari et auriculis foliorum *Sel. mnioidis* et affinium reperiuntur, revera e cellulis pluribus (3-8) superpositis et elongatis componuntur.

32. S. GALEOTTII *Spr.*; Mett. Fil. h. Lips.; *S. suavis* Kl. (non Spring); *L. stoloniferum* et *fruticulosum* Mart. et Gal.

Hab. in Mexico, Panama (et Bolivia?).

33. S. SULCATA *Spr.*; *Lycopodium sulcatum* Dev.; *S. marginata* Gaudich.

In Brasilia frequentissima; cultam vidi ex horto Petropolitano. Habitus *Selaginellæ Martensii*, a qua caule articulato et foliis lateralibus auricula superiore elongata instructis facile distinguitur.

34. S. PÖPPIGIANA *Spr.*; monogr. II, 217; *Lycopodium Pöppigianum* Hook. et Gr.; *S. rigida* hort. ind. sem. h. Ber. 1857, p. 22.

Amer. austr.

Planta hortensis, difficile colenda, nunc demum optime vigens, sed nondum fructificans, satis bene cum descriptione Sprinigiana convenit Surculi e basi repente subito adscendentes, spithamæi, ramis cuneatim divisis, subfastigiatis. Caulis crassiusculus, succulentus, plerumque sordide purpurascens, recens teretiusculus, siccando sulcis supra 2-3 et utroque latere exaratus. Nodi parum conspicui, demum tumiduli. Folia undique dimorpha, remotiuscula, opaca, lateralia antice et verticaliter adnata sub angulo recto patentia, oblonga, latere superiore paululum dilatata, recta vel apice subfalcata, subacuta, versus basin angustata, subæqualiter adnata vel basi posteriore paululum emarginata, sed vix auriculata, margine anteriore remotiuscule et versus apicem brevissime denticulata, margine posteriore subintegerrima, immarginata. Denticuli unicellulares. Nervus sub apice evanescens, supra parum conspicuus, infra prominulus. Folia intermedia triplo minora, adpressa, incurvato-conniventia, longius acuminata, basi cordato-auriculata, auricula exteriore multo majore et deorsum producta, rotundata, margine circumcirca æqualiter denticulata, herbaceo-viridia, non pallide marginata, dorso nervo prominulo subcarinata.

Ad hanc speciem pertinet Selaginella N° 2015 inter plantas Lechlerianas (sub nomine *S. Martensii* edita), quæ a planta hortensi statura majore et caule crassiore pallido paululum differt. *S. Pöppigiana* Hostm. et Kappler plant. Surinam. N° 3 est *S. epirrhizos* Spr.

B. Platystachyæ.

b). Resupinatæ.

35. S. STENOPHYLLA *A. Br.* ind. sem. h. Ber. 1857, p. 22 et 1858, p. 20; *S. microphylla* hort. (non Spr.).

Mexico.

PRIMITIÆ FLORÆ AMURENSIS,

Auctore Cap. Joh. MAXIMOWICZ.

NOVA GENERA CUCURBITACEARUM.

Schizopepon Maxim.

Flores hermaphroditi. *Calycis* tubus globoso-ovatus, supra ovarium constrictus, limbo late campanulato 5-partito. *Corolla* idem, lobis ovatis calycem 3-plo superantibus. *Stamina* 5 triadelpha, annuli adpressi styli basim cingentis margini inserta, solitario petalis alterno, filamento brevi, antbera dimidiata lateri connectivi adnata biloculari, adelphiis petalis oppositis, connectivo apice emarginato subbidentato, antheris rectis biloculatibus extrorsis. *Stylus* crassus, stigmatibus 5 (sic) lineari-oblongis subpatulis coronatus. *Ovarium* ovato-orbiculare, 3-loculare, loculis 1-ovulatis. *Ovula* ex apice loculorum prope parietem pendula, anatropa. *Pepo* carnosus, ovatus, acutus, flore persistente coronatus; seminibus duobus, rarius tribus fœtus, septis evanidis 1-locularis, maturitate irregulariter tumens in valvas 3 ab apice ad basin elastice involutas, semina in glomerulum conglutinata explodens. *Semina* ovata, plana, margine crassiore. — Herba scandens habitu *Bryoniæ* v. potius *Melothriæ*, ob antherarum structuram Melothricis adnumeranda, loculis 1- (raro 2-) ovulatis, staminibus triadelphis, pepone 3-valvi insigne.

Schizopepon bryoniæfolius Maxim. Hab. ad ripas inferiores v. meridionales flum. Amur.

Mitrosicyos Maxim.

Flores (hermaphroditi? vel) polygami. *Fl. hermaphroditi.* Calyx tubus semi-orbicularis verrucosus cum ovario connatus, limbo

rotato 5-partito, laciniis e lanceolata basi longe flabellato-acuminatis. Corolla calyci adnatim inserta rotata 5-partita demum cum calycis limbo caduca, laciniis quam calycinæ latioribus, vix longioribus, conformibus. Stamina 5, ad basin corollæ inserta, libera. Filamenta brevia: Antheræ ovali-sphæricæ, biloculares, extrorsæ, connectivo oblongo elliptico antheram breviori adnatæ. Stylus brevis crassus apice bifidus, segmentis bilobis, lobis stigmatosis. Ovarium seminiferum, tylo persistente coronatum, depresso-orbiculare, tubo calycino verrucoso, portione superiore a calyce libera lævi, 1-loculare, 2-ovulatum, ovulis e placenta parietali prope apicem sita pendulis anatropis. Pepo tenuiter carnosus ellipticus v. ovatus, inter portionem inferiorem verruculosam majorem calyptramque lævem apice paullo obliquam acuminatam subconstrictus, 1-locularis, 2- v. abortu 1-spermus, operculatim apertus. Semen ellipticum subacutum, compresso planum, margine vix incrassato planiusculo sulcato, faciebus rugosis, teste coriacea. Embryo exalbuminosus, cotyledonibus foliaceis planis, radicula supera. — *Flor. masculi* (dum adsunt). Calyx tubo nullo, limbo rotato conformi, corolla staminaque conformia. Germinis vestigium nullum. — Herbæ inter Sicyoideas collocandæ, Sicyos cujusdam facie, annuæ, teneræ, volubiles; floribus albidis parvulis in Mandshuria atque China boreali orientali indigenæ.

1. *M. lobatus* Maxim. Foliis cordatis basi auriculato-hastatis tri-quinque lobis, lobis acutis, terminali acuminato; floribus axillaribus solitariis hermaphroditis (?). Hab. ad ripas Amuris inferioris.

2. *M. racemosus* Maxim. Foliis cordato-ovatis acuminatis obsoletius trilobis obtusiusculis; racemis axillaribus multifloris, bracteatis, floribus terminalibus fertilibus, ceteris masculis deciduis. Flos fertilis vulgo unicus rarius duo. Hab. Pekin, extramuros urbis ad canalem Ocrr-Tschsha.

NOTE SUR L'ORIGINE ET LE MODE DE FORMATION

DES CANAUX PÉRISPERMIQUES

DANS LA GRAINE DES MARANTÉES

Par M. Arthur GRIS,

Aide naturaliste au Muséum.

Les graines des genres de la tribu des Marantées qu'il nous a été possible d'étudier, renferment dans leur albumen, outre le canal embryonnaire, un ou deux canaux supplémentaires qui ont été signalés depuis longtemps par les auteurs, mais dont la structure et l'origine ont été jusqu'ici presque complétement négligées.

Endlicher (1) en fait mention en ces termes : « Albumen... » rarius cavitatibus pluribus parallelis, centrali solum embryonifera, » lateralibus *vacuis*. » Robert Brown (2) signale l'existence et la position des canaux parallèles dans le *Thalia*, et les considère comme les cavités distinctes de deux embryons avortés. Nees d'Esenbeck (3) dit, en parlant de la même plante : « Quos quidem canales » e massa cellulosa intermedia et connectente ovuli campylotropii » ab embryone interjecto ad utrumque latus dimota ortos esse ovu- » lorum hujusce modi evolutione demonstratur. » De plus, il ne les considère pas comme tout à fait vides ; en effet, nous lisons : « Canalis..... membrana subfibrosa fuscescente vestitus inanis » fibrisve hinc inde cellulosis refertus. »

Enfin, M. Körnicke, dans le travail qu'il publia en 1858 sur les Marantées (4), signala l'existence et la manière d'être des canaux

(1) *Genera plantarum.*

(2) *Prodr. Nov. Holl.*, p. 307.

(3) *Linn.*, 1831, t. VI, p. 314.

(4) *Beiträge zur Kenntniss der in unsern Gärten cultivirten Maranteen. Gartenflora*, 1858.

dans les divers genres de Marantées, mais sans s'expliquer sur leur nature.

Au moment où la note que nous publions aujourd'hui allait être livrée à l'impression, nous prenions connaissance d'une nouvelle édition du mémoire de M. Körnicke, insérée dans les nouveaux *Mémoires de la Société impériale des naturalistes de Moscou* (1). Nous allons signaler, dans le chapitre consacré à la graine, ce qui a particulièrement rapport aux canaux périspermiques. L'auteur mentionne le canal coloré en brun qui s'élève entre les deux branches de l'embryon et parallèlement à elles dans les genres *Maranta*, *Ischnosiphon* et *Calathea*. « Dans le *Phrynium dichotomum*, dit-il, il se partage au-dessous de la courbure de l'embryon en deux larges rameaux entre lesquels l'embryon est saisi comme entre les dents d'une fourche. La forme de ce canal est encore plus étonnante dans les *Thalia geniculata* et *Th. dealbata*. Là aussi il se partage, mais beaucoup plus profondément, en deux branches qui s'élèvent parallèlement à l'embryon, et se recourbent, comme lui, en fer à cheval. La partie la plus courte de ces branches en fer à cheval n'atteint pas tout à fait la longueur de la plus courte branche de l'embryon. Robert Brown considère ces branches comme ayant leurs analogues dans le Cycas et le Gnu, qui possèdent plusieurs sacs embryonnaires. » M. Körnicke se demande, en terminant, quelle est l'origine des canaux périspermiques, et reconnaît qu'une histoire exacte du développement de la graine dans les Marantées serait du plus grand intérêt pour résoudre cette question. Nous espérons dans ce travail répondre aux vœux de M. Körnicke.

Au mois d'octobre 1859, j'annonçais dans les *Comptes rendus* de l'Institut que les canaux n'étaient pas vides, comme on l'avait cru, mais au contraire occupés par un tissu dont l'élément essentiel était le vaisseau spiral. Il sembla à M. Brongniart, qui voulut bien s'intéresser à mes observations et m'aider de ses conseils, que ces canaux devaient appartenir à la chalaze. D'autres savants, au contraire, qui me faisaient part de leurs doutes à ce sujet, semblaient

(1) Tome XI, 1859 : *Monographiæ Marantearum prodromus*.

être portés à admettre l'opinion de Robert Brown sur les canaux parallèles du *Thalia*, et à les considérer comme des embryons avortés. J'attribuai néanmoins une origine chalazienne, non-seulement aux canaux parallèles du *Thalia dealbata*, mais aussi aux canaux plus ou moins droits qui s'élèvent entre les deux branches de l'embryon dans les graines des *Maranta indica*, *Calathea villosa* et *Stromanthe sanguinea*, et j'annonçais cette manière de voir dans mes *observations sur la fleur des Marantées* (1).

Je ne me dissimulai pas cependant que la question ne serait complétement résolue qu'après avoir suivi le développement de l'ovule dans les genres que je viens de citer, et surtout dans le *Thalia dealbata*. J'ai déjà communiqué à la Société botanique de France, dans la séance du 27 avril 1860, le résultat de mes observations sur le *Stromanthe sanguinea* et sur le *Maranta indica* (2). Je vais donc exposer le développement de l'ovule dans ces deux plantes, et y ajouter ce que j'ai vu depuis dans le *Thalia dealbata* et dans un *Ischnosiphon* cultivé dans nos serres, et qui semble être une variété de l'*Ischnosiphon surinamensis* Miq.

En agitant à plusieurs reprises l'inflorescence du *Stromanthe sanguinea*, j'ai obtenu une sorte de fécondation artificielle indirecte qui a provoqué, sinon la maturation complète de la graine, au moins un accroissement de l'ovule suffisant pour me permettre d'assister au mode de formation du canal périspermique.

Dans de jeunes boutons, j'ai trouvé des ovules, chez lesquels le sommet du nucelle semblait avoir déjà décrit un arc de 90°, son axe étant parallèle au plan horizontal mené par le point d'attache de l'ovule, et le micropyle étant par conséquent latéral (pl. 1, fig. 1); bientôt le sommet du nucelle s'abaisse un peu, en même temps que la chalaze, c'est-à-dire le point d'adhérence du nucelle avec

(1) *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. XII, cah. n° 4.

(2) Nous avons constaté depuis la publication de cette note que M. Schleiden (*Mém. des cur. de la nat.*, t. XIX, tab. 40, fig. 19) a donné une figure représentant la coupe longitudinale de la graine d'un Maranta dans laquelle le canal périspermique est indiqué par la lettre C, qui veut dire *chalaze*. On ne trouve de détails sur ce sujet ni dans l'explication des figures, ni dans le texte même du travail.

les téguments se relève dans la même proportion (pl. 1, fig. 2). L'axe du nucelle est alors oblique relativement au plan horizontal du point d'attache de l'ovule. Enfin, le sommet du nucelle continuant toujours son mouvement descendant, le micropyle se rapproche du hile en même temps que la chalaze s'élève. L'axe du nucelle est encore un peu oblique relativement au plan du point d'attache de l'ovule. Cependant, à cet âge, l'ovule peut être considéré comme anatrope.

Quand la fleur est épanouie, le micropyle est très voisin du hile. La secondine se prolonge en dehors de la primine, et la chalaze n'est point placée dans le point diamétralement opposé au sommet du nucelle, mais un peu au-dessous, sur le côté (pl. 1, fig. 3); un cordon trachéen s'élève du hile à la chalaze: ce n'est déjà plus un véritable ovule anatrope, mais il n'est pas non plus campylotrope.

Dès que l'ovaire commence à se changer en fruit, l'ovule se développe très inégalement. La base du nucelle se rapproche de plus en plus de son sommet ou du micropyle, en sorte que ce nucelle prend presque la forme d'un demi-cercle interrompu, vers sa partie moyenne, par une échancrure qui est l'origine du canal en question (pl. 1, fig. 4). La chalaze prend successivement, à mesure que le nucelle s'accroît, l'apparence d'une petite fossette, puis d'un cæcum qui se creuse de plus en plus (pl. 1, fig. 5), enfin, d'un canal étroit terminé en cul-de-sac (pl. 1, fig. 6); en même temps l'ovule passe insensiblement à la forme campylotropique. Le raphé, très court, s'étend depuis le hile jusqu'à l'origine du canal.

Nous ne nous étendrons pas sur le développement de l'ovule du *Maranta indica* et de l'*Ischnosiphon*, dont les différentes phases offrent beaucoup d'analogie avec celles que nous venons de décrire. Dans la figure 9 (pl. 2), on voit l'origine du canal périspermique de l'*Ischnosiphon*, qui n'est encore indiqué que par une petite dépression de la chalaze en forme de fossette. Cette fossette est devenue dans la graine adulte, dont la figure 12 représente une coupe verticale, un canal droit très allongé qui s'élève entre les deux branches de l'embryon.

J'ai représenté, dans les figures 1 à 6 de la planche 2, diverses phases de l'évolution des ovules du *Thalia dealbata*. On voit successivement l'axe du nucelle d'abord perpendiculaire au point d'attache (fig. 1), décrire un arc de 90° (fig. 2), puis s'infléchir de plus en plus (fig. 3) jusqu'à ce que, le micropyle étant très voisin du hile, on puisse à la rigueur considérer l'ovule comme anatrope (fig. 4), bien que son axe soit un peu oblique. Dans les figures 5 et 6, on voit la base du nucelle se rapprocher insensiblement de son sommet. Cherchons maintenant quelle est l'origine des canaux parallèles au canal embryonnaire qu'on observe dans la graine de cette plante. Ces canaux sont-ils des embryons avortés comme le suppose Robert Brown? Il n'en est rien. Voilà ce qui se passe. La chalaze, au lieu de former un canal unique muni d'un seul cordon trachéen, comme on le voit dans les *Stromanthe*, *Maranta*, *Calathea*, *Ischnosiphon*, se développe en deux prolongements latéraux parallèles, en même temps que le cordon trachéen se divise en deux branches, comme cela est indiqué dans la figure 7. On voit dans la figure 6 une sorte de cœcum arqué, dont la cavité regarde la base du nucelle, et qui est l'un des deux prolongements latéraux et parallèles de la chalaze. En grandissant et en se recourbant de plus en plus, il finit par prendre la forme d'un crochet, comme on le voit dans la figure 8, qui représente une coupe longitudinale de la graine adulte intéressant l'un des deux canaux parallèles, ou, ce qui revient au même, l'une des deux branches de la chalaze.

EXPLICATION DES FIGURES.

p. Primine.
s. Secondine.
c. Chalaze.
cp. Chalaze transformée en canal périspermique.
e. Embryon.
a. Albumen.
ar. Expansion arilliforme.

PLANCHE 1.

Fig. 1 à 6. *Stromanthe sanguinea* Sonder.

Fig. 1, 2, 3, 4, 5. Ovules entiers, à des degrés successifs de développement, dont les tissus sont devenus transparents sous l'influence d'une dissolution de potasse caustique, et dessinés à la chambre claire.

8775

Fig. 6. Coupe longitudinale d'un ovule déjà très développé.

Fig. 7. Ovule jeune de *Calathea* : *a*, vu à sec ; *b*, sous l'influence de la potasse.

Fig. 8. Ovule de *Calathea* dans une fleur adulte.

PLANCHE 2.

Fig. 1 à 8. *Thalia dealbata*.

Fig. 1 à 4. Ovules entiers, vus par transparence, après l'action de la potasse.

Fig. 5 et 6. Coupes verticales d'ovules plus âgés.

La figure 7 est destinée à montrer la bifurcation du cordon trachéen qui se dirige dans chacune des branches de la chalaze.

Fig. 8. Coupe verticale de la graine intéressant l'un des deux canaux parallèles, ou, ce qui revient au même, l'une des branches de la chalaze.

Fig. 9 à 12. *Ischnosiphon surinamensis*.

Fig. 9. Ovule après la floraison, vu par transparence.

Fig. 10. Ovule, vu à sec dans le bouton.

Fig. 11. La graine : *m*, micropyle.

Fig. 12. Coupe verticale de la graine.

INDEX SEMINUM

IN

HORTO BOTANICO ARCHIGYMNASII BARCINONENSIS,

Auctore Ant. Cip. COSTA.

Dianthus attenuatus Sm. var. *Catalaunicus*. Willk. et Cost; Wk. Pugill. pl. nov. p. 89. (*D. Catalaunicus* Pourr. ined. in. herbar. Salvador!) — Varietas pulchra à specie typica aliena turionibus in cespites densos et extensos aggregatis, foliis ex omni parte minoribus rigidisque fere pungentibus glaucis, petalorum limbis fimbriatis v. incisis raro grandidentatis. -- Medio sæculo proxime elapso reperit Salvador pr. *Calella* ubi etiamnum existit in solo arenoso et ad rupium fissuras; crescit etiam versus *Pineda*, *Malgrat*, etc. — In collo *Formich* montium *Monseny* et pr. heremitam de *San Marsal* dictam d. 16 Augusti 1855 ipse copiosam et florentem legi. — In horto semina nondum dedit, quamobrem semina offeruntur ex loco natali.

Dianthus multiceps Cost. Adic. al Progr. de Bot. p. 246; Wk. Pugill. pl. nov. p. 88. — Hab. pr. *Manresa* ubi florentem d. 20 Julii 1855 detexi. Crescit etiam in Monte Serrato et alibi inde a *Cardona* ad *Berga* opp. usque. Semina hoc anno in Monte Serrato lecta fuerunt. Vide descript. in Pugillo cit.

Eleusine barcinonensis Cost. Adic. al Progr. de Bot. p. 252; Wk. Pugill. pl. nov. p. 125. — Perennis, cespitosa, culmis inferne compressis 8-15-20″ longis sæpe geniculatis, foliis angustis junioribus vaginisque longe remoteque ciliatis, ligulis brevibus 2-3-multifidis, spicis 1-5‴ longis sæpissime geminis rarius solitariis v. ternis densioribusque (in pl. culta), spiculis distichis in rachide anguste alata regulariter dispositis 4-8-floris ex viridi-purpurascentibus, glumis parvis et glumellis carinatis muticis,

cariopsidibus obsolete trigonis plerumque rugosis v. foveolatis. — Species *E. oligostachyæ* Lk. affinis quæ tamen a nostra differt, præter habitum alienum, radice annua, spiculis quadriseriatis, caryopside globosa lævi v. parce rugosa nec foveolis instructa.— Hab. in cæspitosis pratisque juxta Barcinonem, pr. *Badalona*, *Hospitalet*, *Prat*, etc., haud procul à littore. — Eam hoc nomine insignavi non quia certe persuasum haberem hanc esse hujus stirpis patriam originariam, sed quia in nostra regione satis frequens est et aliunde nondum in tropicis, ubi ipsius congeneres virescunt, reperta fuit. — In Horto culta duos adhinc annos, a vere novo ad autumnum usque floret.

Ervum gracile DC. var. *longepedunculatum* Wk. et Cost. Pugill. pl. nov. p. 98. — Varietas caulibus gracillimis, foliolis angustissimis, pedunculis fructiferis 3-5-plo longioribus, seminibus fuscis nigro punctatis satis diversa. — In collo *Monjuich* pr. Barcinonem crescit. Martio-Aprili floret.

Scabiosa macropoda Cost. Adic. al Progr. de Bot. p. 248; Wk. Pugill. pl. nov. p. 103. — Species pulchra, floricultoribus commendanda, quæ in Horto nondum fructificavit et ideo semina offeruntur in plantis spontaneis collecta. — Crescit in cultis et inculiis sterilibus regionis montanæ Catalauniæ et æstate floret. Vide descript. in Pugillo.

Sideritis ilicifolia Villd. var. *hispanica* Wk. in Bot. Zeit. 1859, p. 273. (*S. fragans?* Cost. ined.) — Species dubia et cum aliis speciebus sect. Eusideritidis observanda, quas quidem observationes ad exitum perducere promisit cl. Willkomm loc. cit. — In sterilibus pr. *Balaguer*, *Gerp*, etc. Catalauniæ centralis d. 8 Augusti 1858 hanc stirpem fructiferam et fere defloratam detexi. — Semina eodem tempore et loco lecta fuerunt.

Silene crassicaulis Wk. et Cost. Pugill. pl. nov. p. 91. (*S. monserratensis* Pourr. ined. in herb. Bolos?) — Species in Horto nostro mire crescens ab anno 1858; Majo et Junio floret. — Hab. in Monte Serrato ubi anno 1857 a me reperta fuit et primo intuitu *S. italicæ* Pers. varietatem credidi. Sed utramque speciem in horto cultam vidi, hisque comparatis illam a nostra differre videtur statura minori, petalorum ungue auriculato,

anthophoro validiore superne incrassato prismatico, capsula majore post dehiscentiam late profundeque dentata, seminibus dorso non canaliculatis facieque vix concavis. Vide descript. in Pugillo.

Kernera polysperma Wk. et Cost. Pugill. pl. nov. p. 86. (*Cochlearia polysperma* Cost. ined.).—Radice annua ramosa, caule plus minusve ramoso inferne piloso, ramis fructiferis plerumque elongatis glabriusculis, foliis basilaribus oblongis obtusis obsolete dentatis pilis sæpe ramosis apice uncinatis utrinque adspersis, caulinis amplexicaulibus auriculatis ciliatis, sepalis erectis margine membranosis, petalis albis calyce duplo longioribus longe unguiculatis, siliculis obovatis globoso-turgidis, valvis convexissimis 5‴ longis 3‴ latis, pedicello patulo duplo brevioribus, stylo longe apiculatis, seminibus numerosis (15-26) lævibus immarginatis badiis.

In campestribus, pr. oppidum *Berga* d. 20 Julii 1856 fructiferam et omnino defloratam detexi. — Cl. Joannes Puiggari Medicinæ D. nuperrime invenit (d. 20 Maji 1859) c. flore et fructu in cultis pr. *Prats de Rey*. — Semina paucissima habemus hujus speciei, qua de causa in hujusce anni elencho non apparet.

DU DÉVELOPPEMENT DE LA FÉCULE

ET EN PARTICULIER DE SA RÉSORPTION

DANS L'ALBUMEN DES GRAINES EN GERMINATION,

Par M. Arthur GRIS,
Aide-naturaliste au Muséum.

Quand on place une graine à albumen farineux dans des conditions favorables à sa germination, cet albumen se ramollit par l'action combinée de la chaleur et de l'humidité ; la fécule, d'insoluble qu'elle était, se change en une nouvelle substance, dont la composition chimique est la même, mais qui est soluble, et peut par cela même servir à la nutrition de la jeune plante. Suivant MM. Payen et Persoz, cette transformation serait déterminée par la diastase, laquelle paraît se former au moment de la germination, et dont l'action est si énergique, qu'elle peut transformer deux mille fois son poids de fécule en dextrine, puis en glucose.

Mais comment se fait la résorption du grain de fécule? Se transforme-t-il en dextrine soluble sans présenter de traces d'une modification aussi profonde? disparaît-il subitement sous l'action puissante de la diastase? ou bien est-il attaqué graduellement et de telle manière que l'œil, aidé du microscope, puisse suivre pas à pas, par les modifications de structure qu'il présente, la marche de son altération ou plutôt de sa transformation en matière assimilable ?

Telle est la question que je me suis posée : elle m'a semblé intéressante au double point de vue de l'anatomie et de la physiologie végétales.

A l'époque où je fis mes premières observations, c'est-à-dire vers la fin de l'année 1858, je croyais cette question entièrement neuve, et ce n'est qu'après avoir lu une première note sur ce

sujet dans la séance de la Société botanique de France du 11 mars 1859, que j'appris qu'elle avait déjà été effleurée par M. Schleiden dans son livre intitulé : *Physiologie des plantes et des animaux*.

Bien que nous ayons restreint le cadre de nos recherches aux phénomènes qui se passent *dans l'albumen des graines en germination*, nous mentionnerons cependant les faits déjà publiés qui se rapportent à la résorption de la fécule, quelles que soient les circonstances ou la partie de la plante dans lesquelles se fasse cette résorption. M. Schleiden, qui s'élève contre la théorie de la diastase, a étudié le mode de dissolution du grain de fécule dans le tubercule de la Pomme de terre en végétation. « Le procédé de résorption, dit-il, consiste dans une dissolution progressive de la fécule de dehors en dedans, de manière que l'extrémité où est placé le noyau principal de la matière amylacée, ainsi que le bout opposé, oppose la plus longue résistance à la force dissolvante, et que le grain de fécule, d'abord ovoïde, devient peu à peu oblong et allongé. » Le même mode de dissolution se retrouverait dans l'Avoine ; les plus gros grains se transforment en fragments qui se dissolvent ensuite progressivement de dehors en dedans. Étudiant l'action du levain de bière frais sur la fécule de Pomme de terre, et voyant le grain attaqué par places, creusé de trous, sillonné de canaux, se détruire progressivement de l'intérieur à l'extérieur, M. Schleiden dit que le même procédé de dissolution a aussi lieu dans l'Orge en germination.

M. Nageli, dans son beau travail sur l'amidon (*Die Stärkekörner*), a parlé de la dissolution de la fécule dans la plante vivante, mais à des points de vue différents de celui qui nous a spécialement occupé. C'est ainsi qu'il a constaté qu'à l'intérieur du végétal, les grains d'amidon présentaient parfois des indices d'altération consistant en une petite cavité centrale, en rayons plus ou moins longs, s'étendant du centre vers la circonférence, et même pouvaient être réduits à une simple vésicule. Il est revenu également sur les faits déjà signalés par M. Schleiden dans la Pomme de terre. Il pense qu'en général la dissolution se fait en dehors sur toute la surface du grain, et s'empare d'un volume de substance amylacée

proportionnel au temps. Un grain de fécule ovoïde devient de plus en plus allongé et linéaire. Enfin, ce savant a porté son attention sur les espaces réticulés ou granuleux qui apparaissent fréquemment à la surface des grains d'amidon des céréales. Il les regarde comme des formes particulières de dissolution, et expose ensuite les hypothèses qui lui semblent de nature à expliquer ces mystérieux phénomènes.

Dans son travail sur les *formations vésiculaires dans les cellules végétales*(1), M. Trécul a consacré un chapitre à la résorption des grains d'amidon. Le volume dans lequel ce mémoire est inséré porte la date de 1858 ; mais le cahier des Annales qui contient le chapitre sur la résorption de la fécule a paru seulement au mois d'août 1859. L'auteur étudie ce qui survient pendant la dissolution de l'amidon dans les gros grains simples des Graminées, et reconnaît deux types de dissolution : suivant l'un, la stratification des couches est dévoilée ; suivant l'autre, elle ne l'est pas. Il examine ensuite ce qui se passe dans l'amidon du *Lilium candidum* et du *Phajus grandiflorus*, où la dissolution a lieu circulairement suivant des plans superposés perpendiculaires à l'axe du grain ; dans l'amidon du rhizome du *Zingiber Zerumbet*, où la résorption se fait encore avec plus d'irrégularité, et dans les grains composés du *Ficaria ranunculoides*. Nous ferons remarquer ici que nous avions nous-même présenté avec détail les modifications que subit l'amidon du Blé, lors de sa germination, dans une note lue à la Société de botanique de France, le 11 mars 1859, c'est-à-dire cinq mois avant la publication de ce passage du mémoire de M. Trécul, et groupé autour de ce type du Blé les genres *Hordeum*, *Ægilops*, *Zea Mais*, etc. Cette note était accompagnée de figures explicatives qui ont été mises sous les yeux des membres de la Société et de M. Trécul lui-même.

Les plantes dont j'ai fait germer les graines pour y étudier la résorption de l'amidon appartiennent aux groupes des *Graminées*, des *Commélynées*, et des *Aroïdées* pour les Monocotylédones, et

(1) *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. X.

à ceux des *Polygonées*, *Nyctaginées* et *Phytolaccées* pour les Dicotylédones.

J'ai choisi le plus souvent pour sujets d'étude les plantes les plus vulgaires. Les modifications que subit la farine du Blé, du Seigle, de l'Orge, de l'Avoine, du Riz, du Maïs, lors de la germination, ne semblent-elles pas de nature à intéresser les savants, même étrangers à la botanique?

J'ai agrandi un peu le plan de ce travail en y introduisant l'étude du développement de la fécule. Pour certaines plantes, il n'est qu'indiqué; pour d'autres, il est exposé avec détail. Cette étude était, du reste, nécessaire dans certains cas où la fécule, à son état adulte, se présente sous des formes si compliquées, qu'il faut, pour les comprendre, l'avoir suivie dans les différentes phases de son évolution.

Voici la liste des genres et des espèces dont l'amidon a été l'objet de mes études :

GRAMINÉES.

Hordéacées	Triticum vulgare Will.
	— polonicum L.
	Secale cereale L.
	— montanum Guss.
	Ægilops speltæformis Jord.
	— ovata L.
	— triaristata L.
	Hordeum vulgare L.
	— zeocriton L.
Avénacées	Avena sativa L.
Festucacées	Bromus exaltatus Bernh.
	— tectorum L.
Phléoïdées	Alopecurus utriculatus Pers.
	— agrestis L.
Panicées.	Coix Lacryma L.
	Zea Maïs L.
Oryzées.	Oryza sativa L.

COMMÉLYNÉES.

Commelyna stricta Desf.
Tradescantia virginica L.

AROIDÉES.

Arum italicum Mill.

POLYGONÉES.

Polygonum orientale L.; P. Fagopyrum L.;
Rheum rhaponticum L.; Emex spinosa Campd.

NYCTAGINÉES.

Mirabilis longiflora L.

PHYTOLACCÉES.

Rivina lævis L.

HORDÉACÉES.

Les grains de fécule contenus dans l'albumen des espèces d'Hordéacées que nous allons passer en revue sont simples ; leurs formes ainsi que leurs dimensions sont variables dans chaque espèce. Les petits grains sont en général sphériques; les gros, dont le contour est plus ou moins arrondi, ovale ou elliptique, présentent deux faces souvent inégalement convexes.

Blé.

L'albumen d'un grain de Blé arrivé à la maturité renferme de gros grains amylacés, dont le plus grand diamètre peut atteindre $0^{mm},0325$. Ils sont donc très favorables à l'observation.

Ces grains, chez lesquels on ne voit pas aisément les zones concentriques, sont le plus souvent homogènes (pl. 3, fig. 1).

Nous y avons souvent remarqué une particularité de structure,

qui a déjà été signalée et figurée par M. Nägeli. C'est une sorte de vague réseau de petites taches grises ou blanches suivant la distance focale, et qui sont ou arrondies, ou le plus souvent polygonales. Ce réseau tantôt occupe toute la surface du grain, tantôt la moitié, ou le tiers, ou un point seulement de cette surface. Il est quelquefois constitué par un petit nombre de taches groupées en cercle autour de l'une d'entre elles comme centre, et cette disposition régulière est aussi curieuse qu'inexpliquée (pl. 3, fig. 2). Ces phénomènes prennent un grand développement dans le Seigle ; on les observe aussi dans le Maïs, l'Ægilops, l'Orge.

Je veux signaler encore la curieuse modification que présentent les grains d'amidon du Blé dans leur jeunesse, modification qui est le plus souvent inappréciable lorsqu'ils sont arrivés à l'état adulte. Si l'on examine ces grains dans de jeunes cellules périspermiques, à cet âge où ils ont en moyenne $0^{mm},0030$ à $0^{mm},0035$ en diamètre, et sont souvent groupés autour du nucléus, on s'aperçoit qu'ils sont presque tous munis d'un noyau central ; mais ce noyau n'est ni un amincissement, ni une partie où la substance du grain serait d'une inégale densité, comme on pourrait le croire au premier abord. J'ai vu, en effet, ces petits grains, agités d'un mouvement assez vif dans l'eau sucrée, changer souvent de position, et par suite se présenter de profil, et de telle sorte qu'un renflement plus ou moins arrondi faisait saillie à leur surface. Des grains d'un diamètre de $0^{mm},0060$, et même de $0^{mm},0150$, m'ont présenté cette particularité et d'une manière encore plus sensible (pl. 3, fig. 3, 4, 5, 6, 7).

Mais il est temps d'examiner comment l'agent actif de la germination attaque les grains d'amidon du *Triticum vulgare*, par exemple. Ces grains, en général homogènes, ne présentent que rarement en leur centre de courtes fissures en forme de V ou d'Y. On voit d'abord ces petites fentes grandir et se multiplier par une sorte de ramification de nouvelles fissures vers le centre du grain (pl. 8, fig. 1). Et dans le rayon de ce réseau de fissure, l'action corrosive se manifeste en dépressions, en amincissements, en petites écornures sur les bords des segments déterminés par ces fissures. Très fréquemment celles-ci s'élargissent, et se changent en sillons

qui isolent des segments volumineux de matière amylacée. Quelquefois ces segments sont polyédriques, et disposés de manière que le grain a en quelque sorte la fausse apparence d'un grain composé (pl. 8, fig. 2). N'oublions pas de dire que parfois, sous les premières atteintes de l'agent de la germination, le grain est attaqué sur plusieurs points à la fois vers sa circonférence. Les couches concentriques sont ainsi dénudées et mises en évidence, suivant des cônes dont la base est à la circonférence et le sommet tourné vers le centre. Mais les grains qui présentent ce mode d'altération d'une grande élégance sont excessivement rares.

Par suite de la continuité d'action du réactif naturel de la germination, on voit sur le fond très épuisé du grain apparaître comme des îlots de matière amylacée demeurée plus ou moins intacte, de forme et de grandeur variables (pl. 8, fig. 3). Ces différentes parties sont souvent simultanément trouées et sillonnées de mille façons. Si l'on traite les grains qui présentent ces diverses modifications par une dissolution très étendue de chloro-iodure de zinc, on conçoit que les différences d'intensité de la coloration sur les divers points d'un même grain, aussi inégalement corrodé suivant son épaisseur, offrent d'une manière aussi précise qu'élégante des renseignements certains. Les parties polyédriques, les îlots grands et petits, se détachent en violet plus foncé sur un fond pâle ; les sillons et les véritables perforations laissent passer la lumière blanche. Dans un degré d'altération plus avancé, certains grains ont une teinte uniforme à peine bleuâtre, et sont parcourus par des canaux sinueux analogues à ceux que tracent les insectes xylophages (pl. 8, fig. 4), et en même temps troués, échancrés sur les bords. Le grain brodé à jour n'est plus pour ainsi dire que le squelette du grain primitif. Un pas de plus, et nous ne trouverons plus que les lambeaux du grain avec ses trous et ses échancrures. Ces restes s'usent à leur tour, et finalement se réduisent en très petits morceaux de forme irrégulière, ronds, ovales, allongés et minces, qui diminuent et se rongent de plus en plus jusqu'à leur complète dissolution (pl. 8, fig. 5, 6, 7).

Nous donnons la figure d'une jeune cellule périspermique de *Triticum polonicum*, où l'on voit des grains d'amidon très petits

(pl. 3, fig. 8) accumulés autour du nucléus, ou engagés dans les filets de protoplasma qui en partent. Sous l'influence de la germination, les choses se passent sensiblement comme nous venons de le voir dans le *Triticum vulgare ;* seulement la mise en lumière des couches concentriques est un fait beaucoup plus fréquent (pl. 8, fig. 8).

Seigle.

Les grains d'amidon de l'albumen sec du *Secale montanum* présentent souvent en leur centre une fissure longitudinale, où un système de deux fissures en croix, ou même une étoile à trois ou cinq rayons. On y distingue aussi assez souvent des zones alternatives concentriques blanches et grises. Quand le fruit commence à germer, les fentes primitives des grains amylacés grandissent, se multiplient, et souvent une fissure circulaire, sur laquelle peuvent se greffer de petits rameaux de fentes, détermine la formation d'un noyau isolé au centre du grain. On voit fréquemment les grains lisses, ou ceux qui ont gardé intactes leurs fissures primitives, ou bien encore ceux que sillonne un réseau de petites fissures, attaqués par une foule de ponctuations circulaires. Plus rarement la résorption commence à se faire vers les bords du grain en coins ou en losanges allongés qui dévoilent la stratification. Dans le *Secale cereale*, la formation d'un noyau au centre du grain par l'effet d'une fissure circulaire, l'apparition des petites ponctuations, mais surtout la présence des coins vers le bord du grain, et partant la mise en évidence de zones concentriques très pressées, sont des faits excessivement fréquents.

Quand les grains de l'une et de l'autre espèce ont subi un degré d'altération plus profond, les parties ménagées forment avec celles qui sont très épuisées, ou chez lesquelles la matière amylacée a été complétement dissoute, des figures irrégulières et capricieuses, et les lambeaux déchiquetés qui en résultent ne tardent pas à disparaître.

Ægilops.

De même que pour le *Triticum*, nous avons remarqué dans les jeunes cellules périspermiques les rapports des grains d'amidon avec le nucléus et les filets protoplasmiques qui en émanent (pl. 3, fig. 9).

Dans l'albumen sec de l'*Ægilops speltæformis*, les grains de fécule sont le plus souvent homogènes ou présentent vers leur centre un petit cercle ou une ligne plus pâle (pl. 3, fig. 10); on y distingue aussi des zones concentriques plus ou moins vagues. Quand les grains amylacés commencent à ressentir les premiers effets de la germination, ils sont attaqués de diverses manières. Tantôt, au centre, règnent des fissures ramifiées irrégulières; tantôt, au contraire, la partie centrale n'est point attaquée et demeure lisse, et c'est dans la partie moyenne du grain que se creuse un sillon circulaire profond. Ce sillon isole ainsi une sorte de noyau central intact, tandis que dans la partie externe et voisine des bords se dessinent vaguement des lignes concentriques. D'autres grains sont criblés de perforations sur les deux faces; d'autres encore, et ceux-là sont en grand nombre, sont bordés d'érosions cunéiformes qui laissent distinguer les zones concentriques. Cette forme est souvent alliée à l'existence d'un système de fissures vers le centre du grain. Souvent un grain qui laisse près de ses bords deviner les zones concentriques, est divisé, vers son centre, en 4, 5, 6 fragments, et rappelle l'aspect d'un grain dit *composé*. Quand la germination est plus avancée, un grand nombre de granules laissent voir très nettement leurs couches concentriques sur presque toute leur surface, la matière qui les dissimule ne formant souvent plus que des lignes étroites et nombreuses qui rayonnent du centre à la circonférence. Quelquefois ces rayons sont interrompus dans l'intervalle de chaque zone concentrique, et ne sont plus représentés que par des points en séries rectilignes. En général, les figures de ces grains sont d'une admirable élégance. Bientôt ces grains, sur lesquels on ne distingue plus les zones concentriques, achèvent de se détruire à la manière de

ceux que nous avons déjà examinés plus haut (pl. 8, fig. 9 à 15). Les choses semblent se passer d'une manière très analogue dans les *Ægilops ovata* et *triaristata*.

Orge.

Les gros grains amylacés dans l'albumen sec de l'*Hordeum vulgare* sont le plus souvent homogènes, ou présentent vers leur centre une courte ligne pâle, quelquefois deux, ou même trois. Sous l'influence de la germination, les bords du grain sont fréquemment attaqués suivant ces espaces cunéiformes dont nous avons déjà parlé (pl. 8, fig. 16).

A cette forme est souvent jointe la présence des fentes qui sont simples, bifides, trifides ou ramifiées. Plus tard, des îlots de matière amylacée demeurée plus ou moins intacte se détachent sur un fond très épuisé (pl. 8, fig. 19). Dans les grains de moyenne et de petite taille, on voit souvent la dissolution commencer par le centre (pl. 8, fig. 18, 21).

Dans l'*Hordeum zeocriton*, la tendance qu'a le principe actif de la germination à agir d'abord sur le centre du grain et à se propager ensuite vers la circonférence devient très manifeste : en sorte qu'on voit souvent des grains très épuisés sur la plus grande partie de la surface, présenter encore vers leur périphérie, soit un anneau continu de manière amylacée intacte, soit un cercle marginal de petits îlots de forme et de grandeur variables (pl. 8, fig. 11). Il me semble que c'est souvent sur le trajet et dans le rayon du système de fentes centrales que le grain commence d'être attaqué.

Cependant il est des grains chez lesquels cette dissolution centrale se fait sans qu'elle paraisse avoir été précédée par un réseau de fissures. Je ferai ici une observation que j'aurais déjà pu faire dans les exemples précédemment cités, c'est que sur le fond très dénudé d'un grain, on voit souvent que les bords des fentes ne sont pas encore corrodés irrégulièrement, que leurs arêtes sont encore plus ou moins droites et vives. Ce fait n'est point aisé à comprendre. C'est seulement quand la dissolution du grain est presque complète, que les bords des fissures commencent à se

ronger. Il est très rare de rencontrer dans cette espèce des indices de stratification, tandis que leur mise en lumière était le cas le plus général dans les phénomènes de dissolution des grains d'amidon chez l'*Hordeum vulgare.*

Jetons maintenant un coup d'œil rapide et rétrospectif sur les différences et les analogies que présentent les modes de résorption de l'amidon dans les quatre genres de la tribu des Hordéacées que nous venons de passer en revue. Dans ces genres, nous remarquons, au début de l'altération du grain, l'agrandissement des fissures primitives et leur multiplication. Nous ne partageons donc pas l'opinion qui attribue la présence de ces fentes seulement à la contraction de la matière amylacée lors de la dessiccation du grain. Nous disons que ce réseau de fissures nombreuses est un des premiers effets de la germination. Dans tous ces genres également, la stratification est dévoilée : mais elle l'est faiblement dans le *Triticum vulgare*, l'*Hordeum zeocriton*, et le *Secale montanum*, d'une manière plus sensible dans l'*Hordeum vulgare* et le *Secale cereale*, et tout à fait admirable dans les *Ægilops*.

Remarquons surtout que, dans cette tribu, le grain ne se détruit pas également et à la fois par toute sa surface et toute son épaisseur, mais, au contraire, par places, d'une manière quelquefois assez régulière au début, toujours irrégulière au terme de son altération. Nous appellerons ce mode de résorption, que nous retrouverons dans d'autres genres de Monocotylés et de Dicotylés, mode de *résorption locale.*

Avoine.

Nous avons suivi avec soin le mode de développement de l'amidon dans l'*Avena sativa ;* afin de ne point déranger les rapports de position des parties dans les jeunes cellules périspermiques, ni l'économie intérieure des grains amylacés, nous avons souvent observé ces cellules sans l'intermédiaire de l'eau. Faisons remarquer d'abord que, dans ces jeunes cellules périspermiques, l'apparition de la fécule autour ou à la surface des nucléus est un fait très manifeste. On en a des exemples dans les figures 11 et 12 de

la planche 3. Dans la figure 11, on voit autour du nucléus et sur ses bords un amas de granules tous très petits, mais de forme et de volume variables. Les plus gros de ces granules (leur diamètre est environ de $0^{mm},0030$), observés à un très fort grossissement, ne m'ont pas semblé homogènes : mais il faut avouer que l'observation est très délicate. Dans la figure 12, les grains sont déjà constitués par un certain nombre d'éléments partiels : leur plus grand diamètre est d'environ $0^{mm},0050$; ces éléments sont de fins granules qui, sous l'eau, sont fréquemment mobiles. Les figures 13, 14, 15, représentent des grains de la figure 12 vus à un plus fort grossissement sous l'eau, et à granules constituants mobiles (1).

(1) A la page 256 de son mémoire, M. Trécul s'exprime ainsi : « La description de cette figure m'offre l'occasion de parler d'un phénomène extrêmement curieux, et qui m'a fort étonné la première fois que j'en ai été témoin dans le *Phytolacca esculenta*. Il consiste en ce que les granules élémentaires de ces grains multiples sont si peu adhérents entre eux, vers l'époque à laquelle ils se détachent de l'utricule protoplasmique, que dans un grain, en apparence bien constitué, on les voit s'agiter du mouvement brownien.... » Dans une note lue à la Société botanique le 26 novembre 1858, j'avais annoncé ce curieux phénomène du mouvement des granules constitutifs de certains grains composés, avant la publication du travail de M. Trécul. — C'est dans les grains de fécule que contient le pédoncule floral de l'*Aglaonema simplex*, que je l'observai en premier lieu. J'extrais de cette note le passage suivant : « .....Mais tous les grains composés n'ont pas leurs granules constituants immobiles ; il en est, et en grand nombre, chez lesquels on observe un fourmillement prononcé..... Quand on les traite par la potasse caustique, ils sont subitement déplacés, puis le mouvement de trépidation des granules cesse, enfin les phénomènes de gonflement se produisent (pl. 6, fig. 4 et 5)..... » Ces grains m'ont rappelé les formations analogues curieuses que j'ai jadis observées dans le tissu lacuneux du pétiole des admirables feuilles du *Colocasia odora*. Voici comment je les ai décrites dans mon mémoire sur la chlorophylle : « Ces grains contiennent des granules assez volumineux, tantôt mobiles, tantôt immobiles. Dans le premier cas, ces petits granules, qui sont blanchâtres, exécutent des mouvements d'oscillation et de trépidation très vifs, mais ne sortent jamais du cercle limité par la surface du grain. Si l'on traite par la potasse caustique, les granules s'arrêtent et le grain tout entier subit un brusque mouvement de recul. Au bout d'une ou de deux secondes de repos, un ébranlement général se produit, le grain se crève, et laisse échapper un jet rapide de granules qui se mettent à tourbillonner autour du grain pendant un temps très considérable. On croit assister à la rupture d'un grain de pollen sous

Les figures 16, 17, 18, 19, 20, nous offrent ces mêmes grains arrivés à des degrés divers et successifs de développement; leur diamètre varie alors de 0^{mm},0075 à 0^{mm},0150. Quand le diamètre de ces grains a atteint environ 2 centièmes de millimètre, leurs éléments constitutifs ont tellement grossi, qu'ils ont pris une forme polyédrique, par suite de leur pression réciproque (fig. 21, 22).

Ces grains sont accompagnés, dans les cellules périspermiques, de petits grains simples et de grains binaires, ternaires, quaternaires (fig. 24, 25, 26), etc.

Dans l'albumen adulte et sec de cette même plante, nous remarquerons : 1° un grand nombre de petits granules amylacés simples, dont le contour peut être arrondi, ovoïde, fusiforme, polyédrique :

l'influence de l'eau. » Dans la séance du 11 février 1859, j'annonçai que j'avais rencontré dans le tissu central de la tige de la même plante, outre un nombre immense de petits granules amylacés libres et mobiles, des grains dont la surface était comme picotée de petites taches grises, des grains composés à granules immobiles et d'autres à granules mobiles. Mais les grains de la première sorte, que j'appelai grains *tigrés*, m'ont présenté une modification de structure spéciale. « Les uns offraient sur quelque point de leur surface granuleuse un cercle blanchâtre qui leur donnait en quelque sorte l'aspect d'un nucléus muni de son nucléole (pl. 6, fig. 2). D'autres présentaient sur leur bord une échancrure plus ou moins profonde (pl. 6, fig. 3), ailleurs cette échancrure s'allongeait en un col étroit d'égal diamètre dans toute sa longueur, ou bien ce col se dilatait en ampoule à son extrémité. La ligne noire qui limite à l'extérieur le contour brillant du grain passe sans s'infléchir au-dessus de la dépression ou du canal creusé dans la masse amylacée. Si l'on traite un de ces grains par le chloroiodure de zinc, il bleuit, tandis que le contour et la dépression prennent une couleur douteuse variant du blanc au blanc jaunâtre. » Dans ce même tissu j'observai, en outre, des grains dont la curieuse organisation semblait indiquer un passage entre les grains simplement tigrés et les grains composés de granules mobiles. « C'étaient des grains simplement tigrés dans une partie de leur masse, tandis que dans l'autre fourmillaient d'innombrables granules. La matière interposée entre les granules, et les dissimulant pour ainsi dire, avait donc, dans une partie du grain, subi la modification spéciale qui met ces granules en évidence et leur permet de se mouvoir. »

Ces modifications des grains amylacés ne se rencontrent pas seulement dans les tissus de l'*Aglaonema simplex*. Je les ai trouvées dans l'axe du spadice du *Colocasia cordifolia*, dans le rhizome du *Colocasia antiquorum*, et elles existent très probablement dans d'autres genres de la famille des Aroïdées.

parmi eux, il en est qui résultent de la désagrégation de quelque grain, et dont les arêtes sont vives ; les autres, à contours plus ou moins arrondis, sont nés librement dans les cellules périspermiques ; 2° les grains binaires, ternaires, quaternaires...; les gros grains, dont le diamètre peut atteindre jusqu'à 5 centièmes de millimètre, qui sont sphériques, ovoïdes, etc., et dont la surface est comme une mosaïque de segments polyédriques (pl. 3, fig. 23).

Le lecteur sera peut-être surpris, en jetant les yeux sur ceux de nos dessins qui indiquent les phases successives du développement des grains d'amidon à éléments constituants plus ou moins nombreux dans l'*Avena sativa*, de voir qu'ils ne sont point analogues à ceux que M. Trécul (1) a donnés comme indiquant les phases diverses de la multiplication de l'amidon dans l'*Avena hirsuta* et dans l'*Avena pubescens*. D'où peut provenir la dissemblance de nos figures? Il est peu probable que le développement se fasse différemment dans les différentes espèces d'un même genre. Y aurait-il donc deux modes de formation des grains dans un même albumen? car les grains binaires, ternaires, quaternaires, etc., ont peut-être servi de type à M. Trécul pour établir sa théorie de la formation des grains par division dans l'*Avena hirsuta*, *pubescens*, etc. Mais le grain représenté dans la figure 112 de sa planche 9 a-t-il réellement passé par toutes les phases comprises entre les figures 117 et 112 pour arriver à cette dernière forme? Ou bien chacun de ces prétendus âges n'est-il pas au contraire l'état

(1) M. Trécul admet le mode de multiplication des grains par division dans plusieurs espèces d'*Avena*. « J'ai représenté, dit-il, divers degrés de développement de l'*Avena hirsuta* dans les figures 113 à 118 de la planche 9. La figure 118 montre un grain globuleux simple ; la figure 117, un grain qui s'est un peu allongé et partagé en deux ; la figure 116, un grain divisé en trois ; celui de la figure 115 l'est en quatre ; ceux des figures 114 et 113, en plusieurs; enfin, le grain représenté par la figure 112 possédait un plus grand nombre de grains partiels, résultant sans doute de la subdivision des premiers, et ces grains partiels s'isolaient les uns des autres. Les grains d'amidon de l'*Avena strigosa*, de l'*A. brevis*, présentent des phénomènes identiques. » M. Trécul montre aussi les grains de l'*Avena pubescens* en multiplication par division (pl. 9, fig. 85 à 107).

adulte d'un grain primitivement formé de deux, trois, quatre petits noyaux ou granules constituants ?

Mais que deviennent les divers éléments constitutifs de cet albumen sous l'influence de la germination? L'albumen d'une graine dont la germination est encore peu avancée nous offre de gros grains dits *composés*, plus ou moins complets, c'est-à-dire qui ont déjà perdu un nombre variable de leurs éléments polyédriques ; des agglomérats irréguliers de ces mêmes éléments encore soudés ensemble ; ces mêmes éléments isolés ; des grains binaires, ternaires, etc.; enfin de petits grains simples aux contours arrondis et de forme variable. Quand la germination est plus avancée, on ne trouve plus que de petits granules isolés dont le nombre va toujours en diminuant, et qui ne présentent pas ces altérations locales si prononcées, dont les grains d'amidon des genres de la tribu des Hordéacées nous ont offert de si beaux exemples. Ces granules semblent donc se détruire d'une manière uniforme et égale par toute leur surface.

FESTUCACÉES.

Brome.

Dans le *Bromus exaltatus*, les grains de fécule simples sont ronds, ovoïdes, elliptiques, et leur diamètre, ou leur plus grand axe, peut varier de $0^{mm},0016$ à $0^{mm},02$ (pl. 3, fig. 27, 28). Sous l'influence de la germination, ces grains ne présentent point une altération locale irrégulière ; ils ne sont point sillonnés de canaux, écornés, troués, déchiquetés ; ils demeurent lisses avec un contour entier. La destruction semble donc se faire sensiblement par toute leur surface ; en sorte que, dans un albumen très attaqué par la germination, on trouve de petits grains arrondis, allongés, étroits, quelquefois amincis à leur partie moyenne, et un peu renflés à leurs deux extrémités (pl. 3, fig. 29, 30, 31).

Maïs.

Avant d'étudier l'albumen du Maïs à l'état adulte, jetons les yeux sur ce qui se passe dans les jeunes cellules périspermiques,

et demandons-nous comment se développent ces grains d'amidon qui, plus tard, rempliront les cellules en si grand nombre, qu'ils y seront pressés les uns contre les autres en une sorte de mosaïque. Ces grains se développent-ils là où nous les voyons dans les cellules adultes, c'est-à-dire en un point quelconque ou plutôt sur tous les points de la paroi utriculaire ? Il n'en est rien.

Dans les jeunes cellules périspermiques, tantôt c'est seulement et exclusivement autour du nucléus, près de ses bords ou à sa surface, que se montrent les petits granules amylacés ; tantôt quelques-uns de ceux-ci se montrent également dans un petit nombre de filets protoplasmiques qui parfois relient le nucléus aux parois cellulaires (pl. 4, fig. 1, 2, 3). Dans ce dernier cas, c'est encore autour ou à la surface du nucléus qu'on observe la masse des granules amylacés. Nous ne croyons donc pas, comme le dit M. Trécul, que, dans deux cellules voisines de l'albumen, l'amidon apparaisse, dans l'une seulement autour du nucléus ou à sa surface, tandis que, dans l'autre, son apparition commence dans *toutes les parties du liquide* avant de se montrer sur le nucléus. Dans le Maïs, c'est le nucléus qui est le centre de production des granules amylacés : il en est l'organe excréteur ou nourricier. Dans des cellules périspermiques un peu plus âgées, le nucléus est souvent complétement dissimulé par l'amas des globules amylacés qui le recouvrent et dont le volume est très augmenté. Leur diamètre varie alors de $0^{mm},0025$ à $0^{mm},0035$, et l'on en voit de disséminés dans la cellule. Un peu plus tard, les grains, par une pression réciproque, commencent à devenir polyédriques, et il est aisé de comprendre comment, par suite de leur développement, ils finissent par remplir toute la cellule.

Examinons maintenant l'albumen du Maïs arrivé à l'état adulte. Tout le monde sait qu'il n'est point homogène dans toute son épaisseur : d'un jaune d'or et comme corné dans ses parties externes, il est blanc et farineux dans les parties centrales. Les cellules les plus externes de la zone cornée, c'est-à-dire celles qui sont placées immédiatement sous le tégument de la graine, sont petites, souvent allongées en travers et de formes variables. Elles sont gorgées de fins granules qui brunissent par le chloro-iodure

de zinc, mais elles contiennent, en outre, en quantité variable, de petits grains d'amidon plus ou moins arrondis et ovoïdes, et dont la plus grande longueur n'atteint guère que $0^{mm},0045$.

Les cellules de l'albumen situées au-dessous de celles-ci sont très allongées dans le sens radial et complétement remplies de grains d'amidon pressés les uns contre les autres. Ils sont polyédriques, comme l'a dit et figuré M. Payen (pl. 4, fig. 4 et 5), et offrent presque tous un point plus clair placé à peu près en leur centre de figure. Telles sont et la structure et la forme des grains de la zone cornée, quand on enlève une petite portion de ce tissu à la pointe du scalpel. Mais si, avec un bon instrument tranchant, on fait des coupes très minces de ce même tissu, on voit que souvent tous les grains d'une même cellule offrent une partie centrale à contours plus ou moins anguleux, et qui, sous l'influence du chloro-iodure de zinc, prend une teinte plus ou moins pâle, et reste quelquefois tout à fait blanche, tandis que les bords du grain sont colorés en bleu noir (pl. 4, fig. 6 et 9). Nous croyons avoir obtenu ainsi des coupes transversales de grains d'amidon faites à diverses hauteurs, suivant les arêtes de ces grains, et telles qu'elles montrent souvent une cavité centrale assez considérable. C'est ainsi qu'un grain d'amidon de 2 centièmes de millimètre en diamètre, par exemple, m'a offert un trou ovalaire central de $0^{mm},0085$ de diamètre (pl. 4, fig. 8).

Si, maintenant, on observe sous l'eau cette partie de l'albumen voisine de l'embryon qui est blanche et farineuse, on voit que les grains, dont la taille varie et dont, en général, les contours sont arrondis, présentent souvent à leur centre un petit cercle ou une petite ligne claire, et que parfois de ce centre partent deux ou trois rayons vagues qui peuvent s'étendre jusqu'à la circonférence du grain. Chez les grains les plus volumineux, on remarque également quelques veines indécises très pâles.

Maintenant que nous connaissons la structure diverse des grains d'amidon du Maïs à l'état adulte, étudions le mode de résorption de ces grains sous l'influence de la germination. Comme ceux des Hordéacées, ils sont soumis au mode de résorption *locale*. Les premiers efforts de l'agent de la dissolution déterminent l'agran-

dissement et la multiplication de ces raies blanchâtres que nous avons signalées dans les grains de l'albumen sec. Ces lignes, tantôt rayonnent du centre à la circonférence, tantôt de la circonférence au centre (pl. 4, fig. 10 et 11). Quelques grains présentent à la fois ces deux modes d'altération. Par suite, on les voit fréquemment divisés en autant de coins de matière amylacée dont la base est très souvent tournée vers la circonférence du grain (pl. 4, fig. 13). En même temps leur surface est parfois criblée de petites ponctuations. J'ai figuré (pl. 7, fig. 9) un grain parfaitement étoilé, présentant de petits îlots allongés de matière amylacée disposés d'une manière élégante autant que régulière en séries rectilignes. Cette disposition plus ou moins régulière des parties demeurées intactes dans la substance du grain est bientôt masquée : les parties préservées présentent des formes inconstantes les plus variées (pl. 7, fig. 10). Enfin les grains perforés, creusés de canaux sinueux, écornés, ne tardent pas à se rompre ; de sorte que dans les parties les plus internes de l'albumen d'une graine dont la germination est suffisamment avancée, on ne trouve finalement que des fragments anguleux, troués, découpés de mille manières (pl. 7, fig. 11).

Coix.

Dans leur jeunesse, les globules amylacés m'ont semblé sphériques et homogènes. Quand l'albumen est arrivé à l'état adulte, on y voit, comme dans celui du Maïs, une partie externe jaunâtre cornée, et une centrale blanche et grenue. Vers l'extérieur de la zone cornée, les cellules périspermiques renferment des grains d'amidon arrondis et assez petits. Dans les couches plus profondes de cette zone, les grains sont polyédriques, et présentent fréquemment en leur centre de figure un petit cercle blanc. Ils peuvent atteindre $0^{mm},050$ en diamètre. Si l'on fait des coupes minces de ce tissu, on y voit, comme dans le Maïs, des grains annulaires ou plutôt des sections de grains qui offrent en leur centre une perforation dont la plus grande longueur peut atteindre $0^{mm},01$ (pl. 4, fig. 12, 15 et 16). Les grains de la partie centrale, blanche, grenue, sont, pour la plupart, plus ou moins régulièrement globu-

leux. Sous l'influence de la germination, les grains d'amidon sont attaqués localement. De petits cônes de dénudation dont la base repose sur le bord du grain; des bandes blanches, rectilignes, qui d'avance coupent, pour ainsi dire, ce grain en morceaux; des îlots de matière amylacée intacte sur un fond très épuisé; enfin le grain réduit en fragments irrégulièrement déchiquetés, telle est la marche de la résorption de la fécule dans le genre que nous examinons ici (pl. 7, fig. 12, 13, 14).

Alopecurus.

Le nucléus semble être, dans les cellules périspermiques des *Alopecurus agrestis* ou *A. utriculatus*, le foyer de production des granules amylacés. Nous avons représenté dans la figure 2, pl. 5, des grains isolés, très jeunes, dont le diamètre est de $0^{mm},0025$ à $0^{mm},0050$, et que j'ai observés dans le suc cellulaire, sans l'intermédiaire de l'eau. Dans la figure 1, pl. 5, on voit les rapports des grains dits *composés* un peu plus âgés avec le nucléus. Ils sont accompagnés de granules amylacés beaucoup plus petits et simples. Bientôt apparaissent ces grains formés d'un grand nombre de petits granules qu'on voit s'agiter sous l'eau, sans sortir du rayon de la sphère du grain (pl. 5, fig. 3). Plus tard, ces grains sont formés de petits segments polyédriques plus ou moins nettement accusés (fig. 5, 6, 7, pl. 5). Enfin, dans l'albumen de la graine sèche de l'*Alopecurus utriculatus*, les grains d'amidon dits *composés*, dont le contour est plus ou moins arrondi, et qui sont ainsi plus ou moins sphériques ou ovoïdes, sont formés d'un grand nombre d'éléments partiels à contours polygonaux. Leur plus grand diamètre peut atteindre $0^{mm},0312$. On y trouve également des grains binaires, ternaires, quaternaires (pl. 5, fig. 10), etc.; enfin des grains simples qui sont généralement de petite dimension et très souvent polyédriques (pl. 5, fig. 11); on en voit aussi d'arrondis, d'ovales, de fusiformes. Le développement simultané des grains dits *composés* et des grains simples se fait aussi dans les *Alopecurus agrestis* et *utriculatus* absolument de la même manière que dans l'*Avena sativa*. Nous aurions donc à répéter ici les observations que nous avons faites plus haut, à l'occasion de cette dernière plante, sur la

manière dont M. Trécul y indique la formation des grains composés (1).

Sous l'influence de la germination, les grains dits *composés* se désarticulent; chacun des fragments qui résultent de cette désagrégation, et chacun des grains simples primitifs semblent ensuite se détruire d'une manière sensiblement égale par toute la surface du grain : car, de même que dans les *Avena*, il ne m'a pas été possible d'y saisir de traces d'altération locale.

ORYZÉES.

Riz.

Dans l'albumen du Riz sec, on trouve des grains dits *composés* dont le contour est arrondi ou ovale, et de petits éléments amylacés simples, polyédriques. Chose singulière, sous l'influence du chloro-iodure de zinc, les réactions ne sont pas identiques sur des échantillons de Riz de provenance différente.

Ainsi, chez celui du commerce qui est débarrassé de ses enveloppes, les granules amylacés bleuissent d'une manière très sensible et uniforme, même sous l'action d'une très faible solution du réactif. J'ai observé les mêmes effets sur des échantillons de Riz de la Camargue remis par M. Vilmorin à M. Brongniart, qui a eu la bonté de me les communiquer. Il n'en fut pas de même d'une espèce de Riz cultivée dans les serres du Muséum qui y a donné des fruits mûrs, et dont les graines ont germé. Une petite quantité de l'albumen de ces graines agitée dans de l'eau sur une lame de verre, et traitée par une dissolution convenable de chloro-iodure de zinc, donne une préparation qui, regardée à l'œil nu par transparence, n'offre point une teinte noirâtre comme on aurait pu s'y attendre, et comme cela se passe dans les deux cas précédemment cités; cette teinte est au contraire d'un rouge brun. Ces granules

(1) A la page 321, M. Trécul dit que les grains d'amidon des *Alopecurus utriculatus*, *agrestis*, etc., présentent des phénomènes identiques avec ceux que présentent les grains d'amidon des *Avena hirsuta*, *strigosa*, *brevis*, etc. (Voyez pl. 10. fig. 17 à 21.)

amylacés, qui, vus en masse, forment comme une poussière rouge, observés isolément sous le microscope, présentent l'organisation suivante :

Les uns ont un contour rougeâtre et un noyau d'une couleur foncée plus ou moins noirâtre, homogène (pl. 7, fig. 29) ; les autres présentent sur un fond brun des figures foncées plus ou moins irrégulières ; chez d'autres encore, ces parties, qui se détachent par l'intensité de leur coloration sur le fond rougeâtre du grain, affectent des formes régulières souvent très élégantes. C'est fréquemment une sorte d'étoile à quatre ou six rayons, dont les branches reposent sur les bords du grain qui, dans ce cas, est en général dénué de contour (pl. 7, fig. 31, 32, 34).

Du Riz de Chine envoyé par M. Montigny, que je dois à l'obligeance de M. Grönland, m'a présenté les mêmes phénomènes.

Je compte multiplier mes observations, afin de tâcher de me rendre compte de ces effets si divers. Y aurait-il des variétés de Riz chez lesquelles la matière qui bleuit dans le grain de fécule serait en quantité variable ? Cette composition chimique différente n'entraînerait-elle pas des équivalents nutritifs différents aussi?

Sous l'influence de la germination, les granules amylacés du Riz mûri à l'aquarium, et ceux du Riz de Chine communiqué par M. Grönland, m'ont offert des résultats semblables. Ils m'ont paru soumis au mode de résorption locale; on les voit échancrés sur les bords, fréquemment grumeleux, comme si la résorption se faisait suivant des lignes plus ou moins circulaires, isolant de petits îlots de matière préservée. Il ne paraît pas en être ainsi dans le Riz de la Camargue, qui bleuit nettement à sec, dont les granules amylacés m'ont semblé, sous l'influence d'un commencement de germination, se détruire d'une manière uniforme, égale.

Commélynées.

Les *Tradescantia virginica*, *caricifolia*, mais surtout le *Commelyna stricta*, ont été l'objet de mes études. J'ai vu fréquemment de jeunes grains d'amidon sphériques ou ovoïdes se développer

autour ou à la surface des nucléus ; ils sont formés d'un grand nombre de petits granules constituants arrondis (pl. 5, fig. 13, 14, 15, 16), et m'ont présenté des phénomènes analogues à ceux que j'ai déjà signalés spécialement dans l'*Aglaonema*. Ainsi j'ai vu des grains dont tous les granules constituants étaient mobiles, et d'autres où une partie de leur masse n'était point attaquée ; mais cette partie préservée ne l'était que momentanément. J'ai même vu de ces grains à granules mobiles se résoudre en leurs éléments devenus alors complétement libres.

Par suite du développement, les petits granules arrondis qui entrent dans la constitution des grains grossissent peu à peu, et deviennent polyédriques par suite de leur pression réciproque (pl. 5, fig. 17). Enfin, dans l'albumen de la graine adulte fraîche, on voit déjà les granules partiels offrir à leur partie moyenne une partie plus claire arrondie ou anguleuse, qui est sans doute la cavité centrale de ce granule.

Dans la graine sèche, l'albumen est dense, crustacé, cassant. Si l'on en écrase un fragment entre deux lames de verre, et qu'on l'observe sous l'eau, on voit de gros grains intacts mêlés à des fragments irréguliers et aux parties composantes de ces grains souvent complétement isolées. Ces grains, dont le plus grand diamètre ne dépasse guère $0^{mm},0275$, sont plus ou moins sphériques ou ovoïdes, et sont formés, comme nous l'avons déjà dit, d'un grand nombre de petits éléments polyédriques munis de leur cavité centrale (pl. 5, fig. 18 et 19). Chaque grain est donc comme grillagé, ou paraît composé de très petites cellules à parois épaissies. Les parties composantes de ces grains ont de $0^{mm},0025$ à $0^{mm},0040$ en diamètre (pl. 5, fig. 18 *a*).

Des coupes très minces de ce même albumen fournissent de très élégants assemblages de ces grains, qui, par leur rapprochement, forment une sorte de trame cellulaire en apparence criblée de trous.

Bien que cette structure des gros grains soit presque générale, j'en ai rencontré quelques-uns qui n'avaient plus cet aspect grillagé, mais dont les parties composantes étaient complétement solides et homogènes, ou dont la surface présentait des

mamelons également homogènes, saillants. Cette surface m'a même semblé quelquefois à peine granuleuse; mais, comme je viens de le dire, ces dernières formes de grains étaient exceptionnelles.

Si maintenant on examine cette partie pâteuse de l'albumen qui avoisine l'embryon dans une graine en germination, on n'y voit plus de gros grains grillagés; ils sont remplacés par de petits granules, dont les contours sont en général arrondis. Ces granules sont certainement les éléments constituants des gros grains : ils ont perdu leur forme anguleuse; leur diamètre a considérablement diminué (j'en ai mesuré qui n'avaient plus que $0^{mm},0012$ dans leur plus grande longueur); de plus, leur cavité centrale n'est plus sensible. En effet, ceux qui sont encore assez volumineux offrent, sous l'influence du chloro-iodure de zinc, un contour d'un blanc rougeâtre et un noyau bleu (pl. 5, fig. 20). Il me semble donc que les parties composantes des gros grains, après leur désarticulation, se détruisent d'une manière sensiblement uniforme par toute leur surface, mais point localement.

AROÏDÉES.

Arum.

Nous avons représenté, dans la figure 21 de la planche 5, une portion d'une jeune cellule périspermique de l'*Arum italicum*. On y voit un nucléus entouré d'une couche protoplasmique granuleuse et épanouie en rayons muqueux qui vont se terminer sur la paroi cellulaire. Dans cette couche, autour du nucléus, et à l'origine des filets muqueux, il m'a semblé voir des granulations distinctes des ponctuations propres au protoplasma. C'est peut-être ici la première manifestation du développement de la fécule dans l'albumen (1).

(1) Voici comment M. Trécul décrit le développement de la fécule dans l'*Arum italicum*, à la page 269 : « Le protoplasma qui environne le nucléus ou qui l'avoisine paraît seul persister; alors se manifeste dans ce protoplasma une sorte de végétation déjà annoncée par la protubérance *a* de la figure 26. Dans

Dans les cellules périspermiques un peu plus âgées, le nucléus est à la fois baigné, sur une partie de son contour, par le protoplasma granuleux dont nous venons de parler, et entouré, sur d'autres points de sa surface (fig. 22, pl. 5), de petites masses plus ou moins arrondies, dans la constitution desquelles entrent de petits granules analogues aux granules libres que nous avons d'abord signalés.

Dans la figure 23 de la planche 5, on voit le nucléus entouré de grains sphériques ou ovoïdes : ceux-ci sont également engagés dans les filets muqueux à la manière des grains d'un chapelet.

Le nombre des granules constituants dans les jeunes grains dont je viens de parler n'est pas toujours infini, comme le dit M. Trécul. Il est certain que parfois le nombre en est très restreint, comme on peut le voir dans les figures 24, 25, 26, 27 et 28 de la planche 5. Ces grains ont un diamètre qui varie de $0^{mm},0030$ à $0^{mm},0050$.

On retrouve encore, dans un âge beaucoup plus avancé des cellules périspermiques, des grains d'amidon accumulés autour des nucléus, qui ont atteint un diamètre d'environ $0^{mm},0125$, et qui sont tout mouchetés de petites taches grises. J'ai représenté l'un d'eux dans la figure 29 de la planche 5. Telle est la forme des gros grains à cet âge; cependant on peut trouver, dans le même albumen, des grains à éléments constituants, non plus ainsi dissimulés, mais parfaitement visibles, libres, et mobiles. Cet état particulier, qui nous paraît représenter un âge moins avancé, n'est pas exclusivement provoqué par l'influence de l'eau, puisque j'ai trouvé des grains dont les granules étaient libres et mobiles dans le suc cellulaire seul.

On peut voir, dans la figure 31 de la même planche 5, comment un grain qui, ayant, sans doute, eu primitivement les formes représentées par les figures 30 et 29, a augmenté de diamètre, et

les figures 27, 28, 34 et 35, planche 8, de semblables protubérances formées par une sorte de gonflement du protoplasma devenu granuleux, environnent la base du nucléus ou le nucléus lui-même. Ces protubérances se délimitent peu à peu, s'isolent sous la forme de grains composés d'une multitude de granulations d'abord très fines. »

comment, en même temps, ses éléments constitutifs arrondis ont grossi. Le passage de ce grain à ceux qui offrent un grand nombre d'éléments partiels polyédriques est parfaitement naturel.

D'après tout ce que nous avons dit jusqu'ici, on comprendra pourquoi, dans l'albumen sec et adulte de l'*Arum italicum*, on trouve des grains simples, le plus souvent polyédriques et de petite dimension (leur plus grande longueur variant entre $0^{mm},0016$ et $0^{mm},0060$) (pl. 5, fig. 34); des grains dits *composés*, plus ou moins ovoïdes ou sphériques, qui atteignent souvent $0^{mm},03$ ou $0^{mm},0350$ en longueur, et sont formés d'un grand nombre d'éléments partiels pressés les uns contre les autres, et affectant chacun une forme polygonale (pl. 6, fig. 6); d'autres grains dits *composés* formés par l'association d'un petit nombre d'éléments partiels et en général moins volumineux (pl. 5, fig. 35, et pl. 6, fig. 1); des grains binaires, ternaires, quaternaires (pl. 5, fig. 32 et 33), qui sont plus fréquents que ne semble le croire M. Trécul; enfin, de gros grains à surface irrégulièrement granuleuse ou mouchetée dont la structure véritable ne se laisse pas nettement distinguer, et qui résultent peut-être d'un développement irrégulier de leurs éléments constituants.

Sous l'influence de la germination, les éléments des grains dits *composés* se séparent, et leur dissolution, ainsi que celle des grains simples, paraît s'effectuer d'une manière uniforme, sans indice d'altération locale.

Remarquons, en terminant, que le mode d'accroissement des grains d'amidon, dans l'*Arum italicum*, présente la plus grande analogie avec celui que nous avons exposé dans l'*Avena sativa* (et pour s'en assurer, le lecteur peut comparer les figures qui représentent ce mode d'accroissement dans les planches 3 et 5); que, de plus, la structure des grains d'amidon, dans l'albumen adulte de l'*Arum italicum*, est identique avec celle de ces mêmes grains dans l'*Avena sativa*. Il en résulte que, dès que la matière amylacée a pris la forme de grains, si petits qu'ils soient, il n'est plus possible (si nous nous en rapportons à la nomenclature de M. Trécul) de distinguer un grain dit *composé* de l'*Avena* d'un grain dit *multiple* de l'*Arum*.

POLYGONÉES.

Emex spinosa.

Le développement de la fécule chez cette plante se fait parfois exclusivement dans un anneau protoplasmique qui enveloppe le nucléus, ou bien son apparition se manifeste également dans les filets muqueux qui, en nombre plus ou moins considérable, relient ce nucléus aux parois cellulaires (pl. 6, fig. 7). C'est ainsi que cet organe est plus ou moins complétement recouvert par un amas de jeunes granules amylacés qui sont en outre fréquemment disposés comme les grains d'un chapelet (pl. 6, fig. 8) dans des filets protoplasmiques nombreux et rayonnants (1). Peu à peu ces grains grossissent (pl. 6, fig. 9), et comme ils sont en très grand nombre, ils finissent bientôt par se presser, et ne plus former qu'une masse unique dont la forme extérieure représente la forme même de la cellule dans laquelle ces grains se sont développés (pl. 6, fig. 10). Il résulte de là que, si l'on place une petite portion de l'albumen de la graine sèche sur le porte-objet du microscope, on voit se séparer sous l'eau de volumineuses masses amylacées formées d'éléments arrondis : si l'on traite par le chloro-iodure de zinc, on reconnaît à sa coloration jaune la présence de la paroi cellulaire qui se moule assez exactement sur le contenu amylacé pour en être parfois peu distincte. Les grains d'amidon sont plus ou moins régulièrement globuleux : leur diamètre varie de $0^{mm},0025$ à $0^{mm},0070$. Leur structure n'est pas uniforme. Il en est beaucoup

(1) A l'occasion de l'*Emex spinosa*, M. Trécul s'exprime ainsi à la page 268 de son mémoire : « Il arrive parfois que le protoplasma, au lieu d'être réparti principalement autour de la cellule et du nucléus, est étiré en filaments qui rayonnent du nucléus dans toutes les directions et vont se terminer à la périphérie de la cavité utriculaire. Quand cette distribution du protoplasma a lieu, *c'est dans ces filaments que j'ai vu commencer l'apparition de l'amidon.* » L'auteur ajoute à la page 273 que, dans la même plante, l'amidon se développe dans le nucléus même, et que parfois « la membrane nucléaire enveloppante disparaissait après la formation de l'amidon, et que les grains pouvaient alors se répandre dans la cellule et se mêler à ceux qui étaient nés dans la cavité utriculaire proprement dite. »

qui sont complétement homogènes, d'autres présentent un petit point clair en leur centre de figure. Il en est même qui offrent pour ainsi dire les prémisses de leur altération future, c'est-à-dire quelques vagues rayons plus clairs ou quelque échancrure vers le bord du grain. Ces grains sont, en effet, attaqués localement sous l'influence de la germination (pl. 7, fig. 15, 16, 17). On les voit se diviser en segments, présenter des îlots de matière préservée dans leur propre substance, ou bien se dissoudre de préférence vers le centre, laissant leur bord intact en une sorte d'anneau, enfin ne plus offrir que des fragments de forme variable, fréquemment en manière de demi-anneau, de virgule, etc. (pl. 7, fig. 19, 22, 23, 24, 25).

La constitution de l'albumen de la graine sèche du *Rheum rhaponticum* (pl. 7, fig. 18) est très analogue à celle des mêmes parties dans l'*Emex spinosa*. Les petits granules d'amidon y sont également globuleux et peuvent atteindre $0^{mm},0090$ en diamètre. Ils offrent les mêmes particularités de structure. Leur mode d'altération se fait sensiblement de la même manière. Les grains de fécule des *Polygonum orientale* et *Fagopyrum* sont également soumis au mode d'altération locale (pl. 7, fig. 26, 27, 28).

NYCTAGINÉES.

Mirabilis longiflora.

Si l'on place sur le porte-objet du microscope une petite quantité de l'albumen de la graine sèche, on ne voit, au premier abord, qu'un nuage épais de très petits granules, dont le diamètre semble varier de $0^{mm},0012$ à $0^{mm},0025$, et qui bleuissent par le chloroiodure de zinc. Cependant on ne tarde pas à distinguer çà et là quelques masses amylacées compactes, granuleuses, et surtout excessivement volumineuses. Les unes ont une forme bien arrêtée qui rappelle celle des cellules mêmes de l'albumen, et leur grand axe peut atteindre 12, 15 et même 17 centièmes de millimètre; les autres sont plus ou moins ébréchées. M. Nägeli range ces masses amylacées dans la division des grains *composés* formés d'un grand nombre de parties (*vielzählig*). Mais ces prétendus grains ne sont

autre chose que de simples agrégats dont nous allons essayer de suivre le mode de formation.

Dans de très jeunes cellules périspermiques, on observe souvent un nucléus pariétal baigné dans un large cordon muqueux et granuleux, appliqué à la face interne de la paroi cellulaire (pl. 6, fig. 11); cette couche, finement granuleuse, est quelquefois plus étroite et comme ondulée. C'est le plus ordinairement dans cette couche qu'apparaissent de petites masses bien limitées, arrondies, dont la structure granuleuse est plus ou moins appréciable, mais souvent insensible, lorsqu'on les observe sans l'intermédiaire de l'eau. Tantôt ces petits globules sont inégalement distribués dans l'épaisseur de la couche plasmique; tantôt ils se pressent en grand nombre autour du nucléus qui baigne dans cette couche; ou bien ils sont groupés en partie autour du nucléus dans le liquide cellulaire, et en partie engagés dans la zone granuleuse (pl. 6, fig. 12). Les petits globules, représentés dans la figure 12, ont un diamètre d'environ $0^{mm},0025$ à $0^{mm},0030$. On peut même les voir se développer à la surface même du nucléus (pl. 6, fig. 13) sur lequel ils sont exactement appliqués.

Quand ces globules sont devenus plus volumineux, auquel cas leurs éléments constitutifs sont alors bien visibles, il arrive souvent que la zone plasmique semble également avoir subi une sorte de développement; elle est plus franchement granuleuse (pl. 6, fig. 15; ici les globules ont environ $0^{mm},0050$ en diamètre). Mais je crois (et c'est un point qui demande à être étudié de nouveau) qu'il est également des cellules qui renferment un grand nombre de globules amylacés, chez lesquelles la zone granuleuse est peu ou point sensible. Dans ce dernier cas, la couche plasmique se serait peut-être tout entière transformée en globules, tandis que dans le premier une partie seulement de cette zone aurait subi cette métamorphose (1).

(1) On lit à la page 250 du mémoire de M. Trécul : « Dans les cellules de l'albumen de certaines plantes, la couche protoplasmique est assez épaisse ; elle éprouve même une sorte de végétation parfois très sensible, qui l'accroît encore (albumen du *Mirabilis jalapa*); elle est transformée par là (dans le *Mirabilis*) presque entièrement, sinon tout à fait, en granules d'une extrême ténuité qui

Quoi qu'il en soit, lorsque l'albumen assez avancé en âge est devenu blanc, et qu'on l'observe sous l'eau, on trouve un grand nombre de cellules qui offrent une large zone granuleuse à teinte fauve, dans laquelle sont plongés des grains volumineux sphériques (leur diamètre atteint $0^{mm},0075$), dont les granules constituants sont très visibles, et qui ont la même coloration. Les granules constituants de cette zône, et ceux des grains sphériques, sont fréquemment mobiles (pl. 6, fig. 16); d'autres cellules sont presque entièrement remplies de granules mobiles (pl. 6, fig. 17); d'autres le sont absolument. Nous croyons que cette masse innombrable de petits granules, qui fourmillent dans toutes les cellules périspermiques arrivées à une certaine période de leur développement, résulte, d'une part, de la zone plasmique granuleuse dont les éléments ont grossi et se sont peut-être multipliés, et, d'autre part, de la dissolution des grains sphériques dont les éléments constituants sont devenus libres.

Peu à peu ces granules grossissent, se pressent, et ne constituent bientôt plus qu'une masse unique dont la forme extérieure représente la forme même de la cellule dans laquelle ils se sont développés. Telle est l'origine de ces agrégats amylacés volumineux qu'on aurait grand tort, comme on vient de le voir, de confondre avec des grains dits *composés* ou *multiples*.

Le premier effet de la germination sur l'albumen adulte et sec de la graine du *Mirabilis longiflora* est la désagrégation de ces masses volumineuses amylacées dont les éléments se mêlent à ceux qui étaient déjà à l'état de liberté. Il est impossible avec les meilleures lentilles qu'on possède aujourd'hui de voir nettement comment ces granules, dont la ténuité est si grande, cèdent aux actions

conservent toujours cette petitesse extrême. » A la page 259 on lit : « J'ai trouvé ces grains agrégés ou multiples dans les *Boerhavia*, *Oxybaphus*, *Mirabilis longiflora* ; mais dans ces dernières plantes, je n'ai pas eu l'occasion d'en suivre le développement ; cependant, d'après ce que j'ai observé dans le *Mirabilis longiflora* à la maturité, et ce que j'ai décrit du *M. jalapa*, j'ai lieu de croire qu'une partie seulement de la couche sécrétée au pourtour de la cellule et accrue par la végétation, est transformée en grains agrégés ou multiples : tout le reste ne produirait que des granules isolés.

chimiques qui les sollicitent. Cependant il me semble que les plus gros d'entre eux, c'est-à-dire ceux dont le diamètre est de 0^{mm},0025, m'auraient offert quelque trace d'altération locale, si tel avait dû être leur mode de résorption.

PHYTOLACÉES.

Rivina lævis.

Si l'on presse avec précaution sous l'eau une petite partie de l'albumen de la graine adulte du *Rivina lævis*, on le verra, sous le microscope, composé de formations amylacées volumineuses, dont les formes rappellent celles des cellules mêmes de l'albumen : leur plus grande longueur atteint jusqu'à 12 et 13 centièmes de millimètre (pl. 7, fig. 8). Pour en comprendre le véritable sens, il est indispensable d'assister pas à pas à leur développement. J'ai fait mes observations à sec, afin que l'économie intérieure des cellules en fût moins troublée.

Dans de très jeunes cellules périspermiques, on voit le plus souvent un nucléus hémisphérique ou un peu allongé appliqué par sa face plane en quelque point des cloisons cellulaires (pl. 7, fig. 1). Bientôt ce nucléus offre, sur une partie plus ou moins étendue de son contour, une sorte de protubérance arrondie, muqueuse et finement granuleuse (pl. 7, fig. 3), ou bien il est comme enchâssé dans deux prolongements de même nature qui peuvent s'étendre plus ou moins loin sur la paroi cellulaire (pl. 7, fig. 2). Tels sont les aspects les plus ordinaires que présentent les jeunes cellules périspermiques quand le tégument de la graine est encore blanc. Mais quand ce tégument est devenu rougeâtre, les nucléus sont le plus souvent bordés d'une auréole, ou enveloppés d'un amas de petits globules libres dont le diamètre est d'environ 0^{mm},0036, qui ne sont point homogènes, mais dont la véritable structure est difficile à discerner, à cause de leur petitesse (pl. 7, fig. 4). Souvent aussi on voit dans le mucus granuleux qui entoure ce nucléus, ou tapisse comme un cordon la paroi cellulaire, apparaître de petits noyaux bleuâtres, qui semblent être la première ébauche de ces globules amylacés (pl. 7, fig. 5).

Quand ceux-ci ont atteint un diamètre de $0^{mm},0050$ à $0^{mm},0060$, ils sont ovoïdes ou arrondis, et il est déjà facile de s'assurer qu'ils sont finement granuleux (pl. 7, fig. 6). Leur disposition autour des nucléus est encore très manifeste à cet âge où le tégument de la graine est brun et déjà résistant. Enfin, quand ce tégument est devenu noir et cassant, et que la baie est encore blanche, les cellules périspermiques sont souvent entièrement remplies de grains sphériques dont le diamètre varie entre $0^{mm},0075$ et un centième de millimètre, et qui sont composées d'une grande quantité de petits granules. Nous croyons que c'est ici l'âge adulte de ces grains; en effet, c'est à partir de ce moment qu'on commence à trouver à côté d'eux, dans les cellules, de nombreux granules libres, mobiles, en tout semblables à leurs éléments constitutifs, et plus tard ces grains ont disparu pour faire place à ces seuls éléments. Ceux-ci fourmillent dans les cellules, même à sec. Nous croyons qu'ils résultent de la dissolution des gros grains. Après leur mise en liberté, ces petits granules grossissent. Il en résulte qu'à un moment donné, qui précède un peu celui de la maturité de la graine, les cellules périspermiques sont remplies de ces éléments, lesquels, par suite de leur accroissement individuel et de leur pression réciproque, finissent par former des masses compactes qui sont les moules internes exacts de ces cellules. M. Trécul n'a-t-il pas représenté ces agrégats sous le nom de grains multiples adultes, comme s'ils résultaient du développement parfait des grains sphériques dont nous avons parlé plus haut? Mais le diamètre de ceux-ci ne dépasse pas un centième de millimètre, tandis que la plus grande longueur de ces agrégats peut atteindre, comme nous l'avons déjà dit, 12 et 13 centièmes de millimètre.

Sous l'influence de la germination, les agrégats amylacés se désagrégent, et leurs éléments semblent se transformer comme nous l'avons dit pour le *Mirabilis longiflora*.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Les rapports de position du nucléus avec la matière verte, à l'origine de son développement, sont demeurés inaperçus, ou

n'ont été que vaguement indiqués pendant longtemps. Dans mon *Mémoire sur la chlorophylle* (1), j'ai appelé l'attention des savants sur ces rapports de position, et sur les fonctions d'excrétion ou de nutrition que le nucléus paraît remplir. Depuis ce temps, de nouvelles observations ont donné un nouveau crédit à l'opinion que je soutins alors. Il est des circonstances qui permettent d'assister pour ainsi dire à la formation ou à la nutrition de la chlorophylle par le nucléus, et M. Trécul a reconnu comme moi que, dans certains cas, la matière verte semble naître des matières excrétées par le nucléus, ou que cet organe, par les matières qu'il élabore et excrète, paraît contribuer à sa nutrition. Ce fait qui peut être, comme je viens de le dire, observé directement (ou indirectement par les rapports de position du nucléus avec la matière verte), j'en ai établi la fréquence, je dirais même la vulgarité. Mais il paraît que je le fis avec plus de franchise que de prudence, puisque la forme sous laquelle je condensai la somme de mes observations me valut le reproche d'avoir à tort *généralisé*.

Ce même fait, nous le retrouverons dans la formation de la matière amylacée. Le *Blé*, l'*Avoine*, le *Maïs*, l'*Alopecurus*, les *Commelyna* et *Tradescantia*, l'*Arum*, l'*Emex*, etc., nous en offrent de beaux exemples.

Le mode de développement des grains amylacés à éléments constituants nombreux dans le *Mirabilis longiflora*, et le *Rivina lævis*, par exemple, n'est pas sans analogie avec le mode de développement de ces grains de chlorophylle qui ont été précédés dans la cellule par une gelée verte amorphe. Il y a également de grandes ressemblances de forme et d'aspect entre les formations amylacées des *Phytolacca dioïca*, *Silene pendula*, *Lychnis dioica*, et les formations chlorophylliennes que l'on observe dans les bulbes des *Phajus* et des *Acanthophippium*.

Quant aux grains d'amidon considérés en eux-mêmes, il est naturel de les diviser en deux catégories: ceux qui sont *simples* et ceux qui ne le sont pas. Ceux-ci, pour plus de simplicité, pour-

(1) *Recherches microscopiques sur la chlorophylle.* (*Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. VII, p. 179.)

raient s'appeler *composés*, quel que soit leur mode de formation et de développement. Cependant il est une grande différence entre ceux des *Avena*, des *Alopecurus*, des *Arum*, etc., dont les éléments constituants grossissent, deviennent polyédriques, et qui se conservent entiers et intacts jusqu'à la maturité de la graine, et ceux des *Mirabilis*, *Rivina*, etc., qui n'ont qu'une existence éphémère, et sont remplacés dans la graine mûre par des agrégats volumineux qui ont la forme et les dimensions des cellules périspermiques. Les grains composés des *Rivina* et des *Mirabilis* pourraient être considérés comme des états imparfaits des premiers, qui leur ressemblent beaucoup à une certaine période de leur développement, cette dernière remarque étant tout à fait indépendante de la question de l'origine première de ces deux sortes de grains.

Si nous essayons de rappeler enfin les principaux faits exposés dans ce travail, quant à la résorption de la fécule, nous verrons que, sous l'influence de la germination, elle se dissout suivant deux modes particuliers. Dans le premier, que j'ai appelé *mode de résorption locale*, le grain, attaqué par places d'une manière irrégulière et suivant des dessins capricieux, est rongé, troué, mis en lambeaux. A ce mode se rattache la fécule de tous les genres à grains simples que nous avons examinés (*Triticum*, *Secale*, *Ægilops*, *Hordeum*, *Coix*, *Zea*, *Rheum*, *Rumex*, *Polygonum*), sauf celle du genre *Bromus*. Dans le deuxième mode de résorption, qu'on pourrait appeler *mode de résorption égale*, le grain semble se dissoudre d'une manière uniforme, égale, et par toute sa surface qui demeure lisse. Il n'est point troué, déchiqueté, il diminue insensiblement de volume. C'est ce mode de résorption que suit la fécule du genre *Bromus* et de tous les genres dont l'albumen contient ou a contenu à une certaine époque de son développement des grains composés, tels que les *Avena*, *Alopecurus*, *Arum*, *Mirabilis*, *Rivina*, etc.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 3.

Fig. 1 à 8. Amidon du Blé.

Fig. 1. Gros grain d'amidon à surface lisse et homogène.

Fig. 2. Gros grain présentant un petit groupe de taches disposées en cercle autour de l'une d'elles comme centre.

Fig. 3, 4, 5, 6, 7. Jeunes grains d'amidon offrant un renflement arrondi qui fait saillie à leur surface.

Fig. 8. Jeune cellule périspermique du *Triticum Polonicum*, pour montrer les rapports de position des grains d'amidon avec le nucléus et les filets protoplasmiques qui le relient aux parois cellulaires.

Fig. 9. Jeune cellule périspermique de l'*Ægilops ovata*, pour montrer les rapports des grains d'amidon avec le nucléus.

Fig. 10. Gros grains d'amidon de l'*Ægilops speltæformis*, offrant une fissure centrale blanche.

Fig. 11 à 26. *Avena sativa*.

Fig. 11. Portion d'une très jeune cellule périspermique observée sans l'intermédiaire de l'eau. On voit de très jeunes grains d'amidon groupés autour du nucléus et accompagnés de nombreux granules très petits. A cet âge la présence de l'amidon, à la surface ou autour des nucléus dans les jeunes cellules de l'albumen, est un fait général.

Fig. 12. Portion d'une jeune cellule périspermique un peu plus âgée, observée sans l'intermédiaire de l'eau. Les grains d'amidon environnent encore le nucléus, et leur structure est alors nettement granuleuse.

Fig. 13, 14, 15. Grains d'amidon, appartenant à la cellule qui a donné la figure précédente, observés à un fort grossissement et sous l'eau. On y voit nettement les petits noyaux qui entrent dans leur constitution et qui sont souvent mobiles.

Fig. 16 à 23. Degrés successifs du développement des grains amylacés. Le volume total des grains et celui des granules constituants augmentent peu à peu, en sorte que ces derniers finissent par prendre, par une pression réciproque, une forme polyédrique.

Fig. 24. Un petit grain simple.

Fig. 25. Un grain binaire.

Fig. 26. Un grain quaternaire.

Fig. 27 à 31. *Bromus exaltatus*.

Fig. 27 et 28. Grains d'amidon dans l'albumen de la graine sèche.

Fig. 29, 30, 31. Grains d'amidon attaqués par l'agent actif de la germination et qui semblent se détruire d'une manière uniforme par toute leur surface.

PLANCHE 4.

Fig. 1 à 13. *Zea maïs.*

Fig. 1, 2, 3. Jeunes cellules périspermiques dans lesquelles on voit les rapports des grains d'amidon avec le nucléus ou les filets protoplasmiques qui le relient aux parois cellulaires. Ces grains ne se développent pas dans le suc cellulaire proprement dit, mais à la surface ou sur les bords du nucléus. On les voit parfois engagés dans les filets protoplasmiques qui en partent.

Fig. 4. Grain d'amidon polyédrique appartenant à la zone cornée de l'albumen.

Fig. 5. Grain polyédrique pris dans un albumen ramolli par un commencement de germination.

Fig. 6. Image d'une tranche mince pratiquée dans la zone cornée de l'albumen. On voit que tous les grains d'une même cellule périspermique offrent une partie centrale à contours arrondis, qui, sous l'influence du chloro-iodure de zinc, prend une teinte dont l'intensité varie et qui demeure quelquefois tout à fait blanche, tandis que les bords du grain sont colorés en bleu noir. Nous croyons avoir obtenu ainsi des coupes transversales de grains d'amidon faites à diverses hauteurs, suivant les arêtes de ces grains, et telles qu'elles montrent plus ou moins parfaitement cavité centrale de ces grains.

Fig. 7. Grain polyédrique pris dans l'albumen d'une graine ramollie par un commencement de germination.

Fig. 8. Coupe d'un grain d'amidon de la zone cornée offrant un trou de $0^{mm},0085$ de diamètre.

Fig. 9. Une partie de la préparation qui a donné la figure 6, fortement grossie.

Fig. 10, 11. Grains d'amidon qui commencent à ressentir les atteintes de l'agent de la germination.

Fig. 12. Coupe d'un grain de la zone cornée.

Fig. 13. Un grain attaqué suivant des lignes rayonnantes par l'agent actif de la germination.

Fig. 14. Un grain d'amidon du *Coix lacryma.*

Fig. 15 et 16. Coupes de grains d'amidon polyédriques, appartenant à la zone cornée de l'albumen du *Coix lacryma.* On y voit une large perforation centrale.

PLANCHE 5.

Fig. 1 à 12. *Alopecurus.*

Fig. 1. Jeune cellule périspermique d'*Alopecurus agrestis ;* on voit de jeunes grains d'amidon groupés autour du nucléus et dont la structure granuleuse est déjà manifeste.

Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7. Ages successifs du développement des gros grains amylacés; leurs éléments constituants, souvent mobiles (fig. 3), deviennent plus tard polyédriques par suite du développement et d'une pression réciproque (fig. 5, 6, 7).

Fig. 8, 9, 10. Grains composés d'un petit nombre d'éléments constituants, dans l'albumen sec de l'*Alopecurus utriculatus.*

Fig. 11. Grain simple polyédrique de l'albumen sec de l'*Alopecurus utriculatus.*

Fig. 12. Petits grains simples et fragments résultant de la désassociation des gros grains à éléments constituants polyédriques, attaqués uniformément sous l'influence de l'agent actif de la germination.

Fig. 13 à 20. *Tradescantia* et *Commelyna.*

Fig. 13 à 17. Degrés successifs du développement des grains d'amidon dans le *Tradescantia.* Le volume total des grains et celui des granules constituants augmentent peu à peu, en sorte que ces derniers finissent par prendre une forme polyédrique par suite de leur pression réciproque.

Fig. 18, 19, 20. *Commelyna stricta.*

Fig. 18. Grain d'amidon pris dans l'albumen de la graine sèche et adulte. Ses éléments constituants offrent en leur centre une cavité centrale à contours plus ou moins polygonaux et de couleur blanche. *a*, deux des éléments constituants isolés.

Fig. 19. Grain d'amidon pris dans une coupe transversale de l'albumen de la graine sèche.

Fig. 20. Petits granules à des degrés divers d'altération pendant la germination.

Fig. 21 à 35. *Arum italicum.*

Fig. 21 à 23. Premiers développements de la matière amylacée.

Fig. 24 à 31. Degrés successifs de développement des gros grains amylacés.

Fig. 32 à 35. Grains d'amidon pris dans l'albumen de la graine sèche.

Fig. 32. Grain ternaire.

Fig. 33. Grain binaire.

Fig. 34. Grain simple polyédrique.

Fig. 35. Grain composé seulement de cinq éléments constituants.

PLANCHE 6.

Fig. 1 et 6. Grains formés d'éléments polyédriques dans l'albumen de la graine sèche de l'*Arum italicum*.

Fig. 2 à 5. Grains de fécule observés dans l'*Aglaonema simplex*.

Fig. 7, 8, 9, 10. *Emex spinosa*.

Fig. 7, 8, 9. Figures destinées à montrer le développement de la fécule autour ou à la surface du nucléus, ainsi que dans les filets protoplasmiques qui, souvent en grand nombre, relient ce nucléus aux parois cellulaires, et dans lesquels les grains d'amidon sont fréquemment disposés comme les grains d'un chapelet.

Fig. 10. Agrégat amylacé, pris dans l'albumen de la graine adulte. Il résulte du développement et de la pression des grains amylacés réunis en une masse unique, dont la forme extérieure représente la forme même de la cellule dans laquelle ces grains se sont développés. On peut reconnaître, à l'aide des réactifs, la présence de la paroi cellulaire qui se moule assez exactement sur le contenu amylacé pour en être parfois peu distincte.

Fig. 11 à 18. *Mirabilis longiflora*.

Fig. 11. Jeune cellule périspermique où l'on observe un nucléus pariétal baigné dans un cordon muqueux et granuleux, appliqué à la face interne de la paroi cellulaire.

Fig. 12. Jeune cellule périspermique dans laquelle de jeunes grains amylacés sont en partie groupés autour du nucléus et en partie engagés dans la zone granuleuse qui tapisse la paroi cellulaire.

Fig. 13. Destinée à montrer comment les jeunes grains d'amidon peuvent se développer à la surface même du nucléus.

Fig. 14. Jeunes grains amylacés à structure granuleuse (comme ceux de la figure précédente) affectant une forme polygonale.

Fig. 15. Cellule périspermique plus avancée en âge que celles des figures 11 et 12. La zone plasmique et les jeunes grains amylacés sont devenus plus franchement granuleux.

Fig. 16. Cellule périspermique appartenant à un albumen déjà blanc, et observée sous l'eau. On y voit une large zone granuleuse à teinte fauve, dans laquelle sont plongés des grains volumineux sphériques dont les granules constituants sont très visibles et qui ont la même coloration ; les granules contenus dans cette zone et dans les grains sphériques sont fréquemment mobiles.

Fig. 17. Cellule d'un albumen déjà blanc, presque entièrement remplie de granules mobiles. Il n'y a plus de grains sphériques.

Fig. 18. Grains sphériques ou polyédriques à un âge qu'on peut considérer comme adulte.

PLANCHE 7.

Fig. 1 à 8. *Rivina lævis.*

Fig. 1, 2, 3. Aspects les plus ordinaires aux jeunes cellules périspermiques lorsque le tégument de la graine est encore blanc.

Fig. 4, 5, 6. Cellules périspermiques plus âgées dans une graine dont le tégument est déjà brun et résistant. On voit de jeunes grains d'amidon dont la structure granuleuse est déjà sensible dans la fig. 5, et très appréciable dans la fig. 6. Les grains de cette dernière figure ont un diamètre variant de $0^{mm},0050$ à $0^{mm},0060$.

Fig. 7. Grains d'amidon sphériques, dont le diamètre varie entre $0^{mm},0075$ et un centième de millimètre, observés dans les cellules périspermiques d'une graine dont le tégument est noir et cassant lorsque la baie qui le renferme est encore blanche.

Fig. 8. Agrégat amylacé qui est le moule interne d'une cellule périspermique, à l'époque de la maturité de la graine.

Fig. 9, 11. *Zea maïs.*

Fig. 9, 10. Grains attaqués par l'agent naturel de la dissolution, pendant la germination de la graine.

Fig. 11. Fragments des grains d'amidon se détruisant pendant la germination.

Fig. 12, 13, 14. Grains attaqués pendant la germination dans le *Coix lacryma.*

Fig. 15, 16, 17. Grains d'amidon de l'*Emex spinosa* attaqués pendant la germination.

Fig. 18. Grain d'amidon appartenant à l'albumen sec du *Rheum rhaponticum.*

Fig. 20, 21. Grains d'amidon isolés de l'*Emex spinosa* dans l'albumen sec et adulte.

Fig. 19, 22, 23, 24, 25. Grains de la même plante attaqués par l'agent de la germination.

Fig. 26, 27, 28. Grains amylacés du *Polygonum orientale* attaqués sous l'influence de la germination.

Fig. 29 à 34. Figures représentant l'organisation variable des grains d'amidon appartenant à l'albumen sec de certaines variétés de Riz lorsqu'on les soumet à l'action du chloroiodure de zinc. Dans les mêmes conditions, les grains d'amidon du Riz du commerce ou du Riz de la Camargue bleuissent complétement et uniformément.

PLANCHE 8.

Fig. 1 à 7. Amidon de Blé attaqué par l'agent de la dissolution pendant la germination.

Fig. 1. Le grain d'amidon offre un réseau de fissures qui résulte des premiers effets de l'agent de dissolution.

Fig. 2. Le grain est plus profondément attaqué. Les fissures élargies isolent des segments volumineux de matière amylacée préservée, ce qui donne au grain la fausse apparence d'un grain dit *composé*.

Fig. 3. Le grain est encore plus altéré. Des îlots de matière amylacée demeurée plus ou moins intacte apparaissent sur le fond épuisé du grain.

Fig. 4. Le grain n'a plus qu'une teinte uniforme pâle. Il est troué, sillonné de canaux sinueux.

Fig. 5, 6, 7. Le grain est mis en morceaux qui s'usent à leur tour, et finalement se réduisent en petits fragments de forme irrégulière qui diminuent et se rongent de plus en plus jusqu'à leur complète dissolution.

Fig. 8. Grain d'amidon du *Triticum polonicum* où la mise en lumière des couches concentriques dans le début de l'altération du grain est un fait assez fréquent.

Fig. 9 à 15. *Ægilops spelt*æ*formis*.

Fig. 9. Grain d'amidon qui, sous l'influence des premiers effets de la germination, est bordé de parties cunéiformes dénudées de manière à laisser distinguer des zones concentriques pressées.

Fig. 10, 13, 14. Ces figures représentent quelques-unes des formes très élégantes offertes par les grains dans les premières phases de leur dissolution, alors que les zones concentriques sont fréquemment dénudées et que les parties préservées sous forme de rayons offrent parfois une certaine régularité.

Fig. 12, 15. Grains plus profondément altérés, creusés de canaux sinueux, percés de trous, etc.

Fig. 11. Grain d'amidon de l'*Hordeum zeocriton* où le grain, très attaqué sur la plus grande partie de son étendue, présente encore, vers la périphérie, un cercle marginal de petits îlots de forme et de grandeur variables.

Fig. 16 à 21. *Hordeum vulgare*. Dans la figure 16, on voit un grain attaqué suivant des espaces cunéiformes qui dévoilent les couches concentriques. — Dans les figures 17, 19, 20, des îlots de matière amylacée demeurée plus ou moins intacte se détachent sur un fond déjà épuisé. — Les figures 18 et 21 représentent des grains de moyenne taille chez lesquels la dissolution commence par le centre.

RECHERCHES

SUR

LA DISTRIBUTION DES MATIÈRES MINÉRALES FIXES

DANS LES DIVERS ORGANES DES PLANTES,

Par M. L. GARREAU,

Docteur ès sciences.

PREMIÈRE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER.

1. Si le mauvais choix des moyens d'investigation appliqués aux recherches scientifiques a fréquemment retardé le progrès des connaissances humaines, c'est surtout dans l'étude des phénomènes physiologiques des plantes que de tels faits se sont le plus fréquemment présentés ; ils sont la conséquence de l'abandon de cette partie importante de l'étude des végétaux par les botanistes les plus éminents qui, depuis Magnol jusqu'à notre époque, ne s'occupèrent que de recherches anatomiques ou taxinomiques, laissant aux physiciens et aux chimistes le soin de dévoiler les fonctions vitales qui s'exécutent à l'aide de tissus dont ils ignoraient souvent la composition organique (1). Aussi, il faut le dire à la louange de ces derniers, la physiologie végétale, telle que nous la connaissons aujourd'hui, est en partie leur œuvre ; malheureusement, il faut aussi le reconnaître, cette science n'est encore composée que de faits mal agencés qui, le plus souvent, ont été recherchés pour des applications étrangères à la physiologie des plantes.

C'est ainsi, pour ne citer que des faits relatifs au sujet qui nous

(1) « Les explications que je puis donner, dit Théodore de Saussure, au sujet de la variation des principes des cendres dans les diverses parties d'un même végétal, sont quelquefois éloignées d'être satisfaisantes ; elles tiennent souvent à une connaissance que je n'ai pas, c'est celle de l'organisation végétale. » (R. P. 284.)

occupe, que les éléments minéraux des plantes ont été analysés par un grand nombre de chimistes ; mais les uns, tels que Kirwan, Ruckert, Théodore de Saussure, Boussingault, Daubeny, Knopp, etc., avaient pour but des applications plus spécialement agricoles ; les autres, parmi lesquels on peut citer Perthuis, Berthier, Sanio, Malagutti et Durocher, etc., cherchèrent les premiers à déterminer leur richesse en sels alcalins, et les seconds les relations de quantités et de nature de ces mêmes éléments dans les principaux groupes naturels de végétaux.

2. Van Helmont, Tillet, Bonnet, Duhamel, qui tous ont fait de nombreuses recherches sur la physique des plantes, étaient arrivés, par suite de l'emploi de moyens défectueux d'expérimentation, à soutenir que les végétaux ne puisent que de l'eau dans le sol, et que les engrais et ce sol lui-même ne constituaient qu'un milieu propre à fixer le végétal et à retenir la chaleur et l'humidité, tandis que l'air et l'eau, sous l'influence de la force vitale, se combinant de diverses manières, produisaient tous les matériaux d'accroissement des organes, y compris les substances minérales qu'ils donnent à l'incinération. Bergmann, Kirwan et Hassenfratz, prouvèrent bientôt la défectuosité des expériences qui menaient à de telles conclusions ; et Théodore de Saussure, à l'aide de recherches dont tout le monde apprécie l'habileté, prouva, un des premiers, le peu de fondement des théories de ces nouveaux alchimistes, en montrant, à l'aide d'expériences irréprochables, que les racines des plantes absorbent les sels et les extraits du sol, mais en proportion moindre que l'eau qui tient ces matières en dissolution.

3. Dès qu'il fut admis que les végétaux puisent avec l'eau du sol les matières minérales fixes qu'ils recèlent, Saigey et après lui la plupart des chimistes pensèrent que *le milieu qui sert à fixer la plante ne lui cède aucune matière qui doive rester inerte*, et qu'en conséquence les cendres qui constituent le résidu de sa combustion n'y existaient pas à l'état purement adventif, mais faisaient partie intégrante de l'individu vivant.

4. Le but que nous nous proposons dans cet écrit est de rechercher, à l'aide d'expériences suffisamment nombreuses, les principales causes qui concourent à la distribution des matières miné-

rales fixes dans les divers organes des plantes, et d'étudier ces matières tant sous le point de vue de leurs quantités comparées au poids de l'organe d'où elles proviennent, que sous celui du rôle qu'elles jouent dans le végétal. L'examen d'un sujet aussi ardu que vaste demandait un temps considérable ; nous le lui avons donné en recevant pour dédommagement les jouissances qu'apportent une vie doucement occupée et l'espoir d'ajouter quelques faits à la science.

§ I.

Des matières minérales contenues dans les divers organes des plantes pris à des âges différents.

5. Avant d'aborder ce sujet, il est convenable de rappeler que la répartition quantitative des matières minérales a déjà été constatée *dans quelques-uns des organes des plantes phanérogames*, d'abord par Perthuis (*Ann. de chim.*, t. XIX), qui révéla le premier que le tronc des arbres en contient moins que les branches, et ces dernières moins que les feuilles ; plus tard, Théodore de Saussure constata que l'écorce en recèle plus que le bois, et le bois moins que l'aubier. Ce savant vit, en outre, que les feuilles des arbres toujours verts fournissent beaucoup moins de cendres que celles des arbres qui se dépouillent en hiver, et que ces matériaux augmentaient de quantité dans toutes les feuilles, depuis leur naissance jusqu'à l'époque de leur chute.

6. La liste des organes analysés par cet habile expérimentateur est, comme on le voit, assez bornée, et les résultats obtenus ne peuvent permettre de porter un jugement aussi éclairé que s'ils eussent été fournis *par tous les organes des plantes pris à différents âges et convenablement isolés les uns des autres.* Il manque, en effet, aux analyses de ce savant, les plus importantes pour le physiologiste, celles : 1° des radicules, 2° des fibrilles, 3° de l'axe embryonnaire, 4° de la plumule, 5° des cotylédons, 6° du périsperme, 7° des feuilles prises au centre du bourgeon, 8° des axes naissants de ces mêmes bourgeons, 9° des pétioles, 10° des nervures primaires et secondaires, 11° du parenchyme intermédiaire

auxdites nervures, 12° des feuilles des plantes grasses, 13° des feuilles persistantes prises à différents âges, 14° des axes et des feuilles des plantes aquatiques submergées tant phanérogames que cryptogames, 15° de la couche génératrice, 16° de la moelle, 17° des ovules, 18° des pétales, 19° des épidermes, 20° des couches libériennes, etc. : en cherchant à combler cette vaste lacune, travail nécessaire pour asseoir notre jugement, nous ne saurions avoir, à notre tour, la prétention de ne rien laisser échapper d'utile, et de trouver toujours l'explication la plus rationnelle des faits observés, car chacun envisage les choses d'après ses connaissances et son jugement propres, et il est rare que ces qualités, même élevées, suffisent pour scruter assez profondément les causes d'où ils émanent.

7. Les physiologistes savent que les substances diverses qui composent les milieux dans lesquels les êtres vivants se développent subissent, à mesure qu'elles arrivent sur le chantier de l'organisation, des changements plus ou moins profonds, quelquefois nuls, de telle manière que les unes s'imprègnent de vie en s'unissant à l'individu qu'elles accroissent, tandis que les autres, quoique ordinairement modifiées, échappent à cette destination.

Ce départ, ce résultat d'un triage, opéré sous l'empire des forces vitales, constituera, pour nous, la première donnée analytique, susceptible de servir de guide et de terme de comparaison pour arriver à la détermination des matières minérales associées à l'organisation des plantes, ainsi que pour l'évaluation et la détermination de celles qui paraissent lui être étrangères, et que l'on trouve inégalement réparties dans les divers organes d'un même individu. Comment, en effet, pourrait-on distinguer, après la combustion d'une plante ou de l'une de ses parties, les cendres qui proviennent de l'organisation vivante, de celles qui les accompagnent et qui sont demeurées ou devenues inertes, leurs variations de quantités vraies ou apparentes, ainsi que les causes qui les déterminent, si l'on ne soumettait à l'analyse que des plantes ou leurs parties qui ont subi l'action modificatrice plus ou moins prolongée des agents extérieurs? Personne n'ignore que les tissus

morts ou vivants sont perméables; que l'eau qui les pénètre leur abandonne, sous l'empire de lois purement physiques ou chimiques, les molécules fixes qu'elle tient en solution, ainsi que celles qui sont susceptibles de le devenir par combinaison, et que l'air chargé des mêmes particules concourt aussi, quoique dans une très faible proportion, au même résultat. C'est donc dans le végétal ou dans l'organe qui viennent de naître et qui peuvent se développer normalement, durant un certain temps, sans rien fixer du dehors, qu'il faut chercher la base propre à servir d'unité de comparaison, pour l'évaluation des matières minérales fixes des plantes, et suivre les oscillations que ces quantités présentent dans les divers organes à mesure qu'ils s'accroissent ou vieillissent.

8. Le tissu naissant, qui est celui dans lequel la vie se révèle par un accroissement rapide, présente en effet, comme nous le verrons bientôt, dans les diverses parties d'un même végétal, la même quantité de matières minérales fixes, et ces matières sont de même nature.

La dernière couche de l'aubier prise dans sa période de croissance, les parties les plus centrales du bourgeon très jeune, la gemmule et la tigelle prises dans la graine, la radicule qui naît, se présentent au choix : cependant, comme ces divers organes sont susceptibles de se modifier rapidement, tant sous l'influence du contact des agents extérieurs que sous celle des matières alibiles qu'ils puisent dans les tissus avec lesquels ils sont en continuité, *ce n'est qu'à une époque déterminée qu'il convient de les choisir, et cette époque doit correspondre à celle où le jeune organe n'a encore rien perdu par évaporation et rien acquis en dépôts féculents*, *huileux*, *sucrés*, *incrustants*, etc., conditions qui se trouvent réalisées : 1° dans l'embryon des plantes périspermées, 2° dans l'embryon apérispermé, moins les cotylédons, 3° dans la radicule naissante. C'est donc au centre de la graine, et principalement dans l'axe embryonnaire et ses extrémités naissantes, que l'on trouvera le tissu le plus fixe, puisqu'il s'est formé dans des conditions et dans un milieu qui excluent toute cause marquée d'absorption de matériaux étrangers et d'évaporation. Disons, pour compléter la justification de notre choix, que la plante emprunte au sol deux

ordres de matières minérales fixes. Ces deux sortes de matières, que le chimiste trouve à peu près uniformément réparties dans les divers organes d'une jeune plante prise avant la floraison, se scindent graduellement depuis l'époque de la fécondation jusqu'à celle de la maturité des graines ; de telle sorte que ces dernières, qui sont la continuation de l'individu vivant, et qui, dans les plantes monocarpiennes, vont bientôt exclusivement le résumer, ont été formées à l'aide des matières vivantes de la plante mère, liées à des matières minérales fixes d'une nature particulière, indispensables à leur organisation ; tandis que cette plante mère, en cédant ce qui vivait en elle, a conservé des matières minérales d'une nature différente, et, comme la graine est protégée par un péricarpe qui évapore peu, que la tigelle et la gemmule le sont par les membranes ordinairement multiples de la graine et ses cotylédons ou le périsperme, il reste constant, suivant nous, que l'axe embryonnaire et ses extrémités naissantes présentent le tissu le moins incrusté et le plus exempt de matières minérales ou immédiates étrangères à la composition des organes.

9. Si l'on soumet à l'incinération les divers organes d'une graine mûre, on constate que la relation des principes minéraux fixes s'y montre dans des proportions très différentes ; on voit, en effet, que le périsperme et les cotylédons ne recèlent que fort peu de cendres, parce que leur tissu est déjà obstrué par le dépôt de matières alibiles nécessaires aux développements futurs de l'axe et des extrémités embryonnaires, tandis que ces derniers organes, qui n'ont encore rien emmagasiné, en fournissent des quantités relatives beaucoup plus élevées.

Quant à l'épisperme, celles qu'il contient sont d'une nature et existent dans des proportions bien différentes ; il devait en être ainsi, puisqu'elles appartiennent aux restes de la plante mère.

10. Pendant la germination, les substances minérales fixes contenues dans le périsperme, les cotylédons et les téguments de la graine, diminuent dans une faible proportion, tandis que la radicule naissante recèle ces matières en quantité un peu plus élevée que celle que l'on constate dans la tigelle et la gemmule : plus tard, pendant l'accroissement, elles subissent dans ces mêmes

organes des oscillations dont nous aurons à rechercher les causes. La table qui suit, dans laquelle les divers organes d'une même plante ont été pris à différentes époques de la végétation extra-ovarienne, suffira pour démontrer les variations de quantités des matières minérales qu'ils recèlent, et justifier provisoirement les propositions que nous venons d'émettre. 100 parties de ces organes exactement isolés et séchés à 100 degrés ont donné, savoir :

DÉSIGNATION DES ORGANES.	Blé blanc.	Haricots flageolets.	Maïs.	Moutarde noire.	Laitue cultivée.	Pavot blanc.
Graines ou fruits entiers	1,90	3,40	1,50	5,00	7,00	8,10
Épisperme (1).	5,70	6,50	6,57	13,00	15,00	19,00
Périsperme ou cotylédons.	0,90	2,50	0,87			
Embryon	7,00	6,50	7,80			
Radicules	7,28	7,50	7,95	7,56	8,85	8,75
Tigelles.	3,60	5,00	5,30	6,70	8,50	7,75
Tiges 25 jours avant la floraison .	8,50	12,60	12,70			
Tiges pendant la floraison	6,20	10,75	9,40	. . . .	. . . .	13,40
Tiges après maturation	5,50	8,00	9,30	. . . .	. . . .	11,27
Feuilles après maturation.	12,00	17,75	18,50			

(1) Dans la Laitue, le Blé et le Maïs, le péricarpe a été incinéré avec l'épisperme.

§ II.

Des matières minérales fixes contenues dans les radicules et les fibrilles prises à différents âges, alors qu'elles n'ont végété qu'aux dépens de la graine et de l'eau distillée.

11. Pour observer avec fruit les causes qui concourent à la répartition des matières minérales dans les racines, il était important de suivre les premiers développements de ces organes à l'abri du contact de tout corps étranger, capable d'offrir à l'absorption des éléments inorganiques susceptibles de modifier les quantités de ceux qui leur sont fournis par la graine. Pour atteindre ce but, des semences d'espèces diverses ont été humectées avec de l'eau distillée aérée, placées sur des tamis de crin neufs et lavées à l'eau pure, puis recouvertes d'un drap de laine humide. Ces germoirs, placés sur des terrines dont le fond était garni d'eau,

mettaient les graines dans une atmosphère constamment humide; de sorte que les radicules, dont le développement marchait régulièrement pour chaque espèce, formaient, sous les mailles du tamis et au-dessus de la surface de l'eau, des taillis dans lesquels la récolte était des plus faciles. Les radicules recueillies à des âges divers ont été, comme dans toutes nos expériences, séchées à 100 degrés, puis incinérées à blanc, et la cendre pesée chaude. La table suivante indique les quantités de matières minérales contenues dans 100 parties de radicules; elle montre, en outre, que ces mêmes matières diminuent à mesure que l'organe s'accroît :

DÉNOMINATIONS.	AGE.	TAILLE.	QUANTITÉ de cendres.	OBSERVATIONS.
		m		
Froment cultivé . .	3 jours .	0,025	7,50	L'incinération de ces radicules s'est toujours opérée avec plus de facilité que celle des graines qui leur ont donné naissance.
	8 id.	0,070	6,50	
Haricots flageolets.	5 jours .	0,025	7,50	
	10 id.	0,055	6,80	
Laitue cultivée. . .	5 jours .	0,030	7,85	
	7 id.	0,050	7,80	
Pavot somnifère. .	3 jours .	0,020	8,75	
	6 id.	0,045	8,27	
Moutarde noire . .	4 jours .	0,030	7,56	
	7 id.	0,050	7,46	

12. Nous avons déjà dit que Théodore de Saussure, en constatant l'absorption des matières minérales par les racines des plantes, avait reconnu que les solutions qu'il employait à ses expériences n'étaient pas absorbées au même titre que celui sous lequel il les présentait à ces organes, et que le liquide introduit était moins riche en substance saline; cependant les fibrilles, comme nous allons le voir, sont, de tous les organes des plantes, ceux qui, eu égard à leur âge, fixent les plus fortes proportions de matières minérales.

§ III.

Des matières minérales fixes contenues dans les fibrilles des plantes aquatiques et terrestres.

Les fibrilles choisies pour ces recherches ont été prises sur des

plantes adultes un peu avant la floraison; toutes ont été recueillies saines, parfaitement blanches et exemptes d'éléments minéraux adhérents ; elles n'ont, du reste, été séchées et incinérées qu'après un lavage opéré alors qu'elles tenaient encore à la plante, et la netteté de leur surface constatée à l'aide de moyens optiques appropriés ; la récolte en a été faite pour chaque espèce et chez le même individu sur des axes dépendants ou sur le même axe, mais à des hauteurs différentes, de manière à fournir deux lots que nous désignerons sous les mots de *fibrilles jeunes* et de *fibrilles plus âgées*. Les résultats obtenus sont consignés dans la table ci-jointe :

DÉSIGNATION DES PLANTES.		FIBRILLES jeunes.	FIBRILLES plus âgées.	OBSERVATIONS.
AQUATIQUES.	Hottonia palustris . . .	23,00	27,00	L'incinération a toujours été facile et le produit riche en sesquioxyde de fer.
	Sium	20,00	23,00	
	Ranunculus aquatilis . .	21,08	26,02	
	Ranunculus sceleratus .	20,00	23,00	
	Hippuris vulgaris . . .	20,06	22,00	
	Œnanthe Phellandrium.	25,85	33,00	
TERRESTRES.	Helianthus tuberosus. .	15,90	12,70	
	Mercurialis annua. . . .	18,70	13,07	
	Ribes rubrum	11,14	6,04	

Ces exemples témoignent que les fibrilles des plantes aquatiques qui n'ont aucune tendance à se lignifier fixent graduellement et en forte proportion une partie des matières salines du milieu dans lequel elles végètent, tandis que celles des plantes terrestres examinées semblent perdre, à mesure qu'elles se développent, une partie de celles qu'elles avaient acquises.

13. Si l'on soumet à l'incinération des racines de diverses grosseurs recueillies chez une plante ligneuse, on peut également se convaincre que le résidu constitué par la cendre est en quantité inverse de leur âge, ce qui démontre que les matières minérales fixes y décroissent comme dans les racines des plantes annuelles et vivaces ; mais cette décroissance est beaucoup plus marquée dans le bois que dans l'écorce, dernier organe qui semble les

contenir dans des proportions qui oscillent entre des limites assez étroites ; c'est au moins ce que semblent justifier les exemples suivants, trop peu nombreux encore pour arriver à une opinion définitive.

§ IV.

Des matières minérales contenues dans les racines du Noyer.

GROSSEURS MOYENNES des racines.	CENDRES contenues dans l'écorce.	CENDRES du bois.	CENDRES de la racine entière.
m			
0,0005	4,50	3,00	4,30
0,0010	4,00	2,00	3,00
0,0300	4,00	1,50	2,00
0,1000	4,30	1,40	1,50

§ V.

Des matières minérales contenues dans les tiges prises à des âges différents.

14. Nous avons constaté que la tigelle recueillie et incinérée immédiatement après la germination fournissait moins de matières minérales que les radicules. Cette inégalité dans la répartition des matières minérales de la graine germante, dans les axes souterrains et aériens, avant qu'ils aient reçu les matériaux de leur accroissement d'un milieu autre que les cotylédons ou le périsperme, se trouve liée à des causes purement physiologiques; mais quand l'axe aérien reçoit du sol une partie des matériaux de son accroissement, les matières minérales qu'il recèle subissent, comme nous allons le voir, des oscillations remarquables à diverses époques de la végétation. Pour mieux faire saisir ces variations, nous l'examinerons successivement depuis sa naissance jusqu'à son entier développement :

1° Dans les tigelles ;

2° Dans les tiges monocarpiennes, terrestres et aquatiques ;

3° Dans les tiges polycarpiennes, prises dans les bourgeons et à des âges différents ;

4° Dans les frondes des végétaux acotylédonés.

Nous avons vu : 1° que l'axe embryonnaire du *Phaseolus vulgaris* laissait cinq centièmes de matières minérales fixes à l'incinération ; 2° que les embryons macropodes du Blé blazé et du Maïs, que nous considérerons ici comme des axes, en contenaient le premier sept, et le second huit centièmes ; 3° que les tigelles prises immédiatement après la germination contenaient des quantités moindres desdites matières, en raison d'une inégalité de répartition vraie ou apparente, qui fait que les radicules et la gemmule en sont, à poids égaux, plus richement dotées.

Si l'on soumet à l'analyse les tiges monocarpiennes qui n'ont pas de tendance marquée à la lignification, on constate que les matières minérales y augmentent avec l'âge, jusqu'à l'époque de la floraison, pour décroître ensuite dans une proportion notable jusqu'à la maturation, comme l'indiquent les résultats qui suivent :

AGE DES AXES.	BLÉ blazé (1).	MAÏS	PAVOT blanc.	HARICOT flageolet.	MOYENNE des cendres.
Axe embryonnaire	7,00	7,80	. . . .	5,00	6,60
Tigelle très jeune	3,60	5,30	7,75	4,00	5,14
Tiges de 30 jours	7,80	9,50	9,00	9,00	8,83
— 15 j. avant la florais. .	8,50	12,70	14,80	12,60	12,15
— pendant la floraison. .	6,20	9,40	13,40	10,75	9,93
— à la maturation . . .	5,00	9,30	11,27	8,00	8,39

(1) *Triticum sativum*, var. (*Blé blanc, blazé, blanc zée*, etc., à grain tendre).

Ces exemples montrent, comme nous venons de le dire, que les matières minérales fixes s'accumulent graduellement dans les tiges des plantes herbacées jusqu'à l'époque de la floraison, pour décroître ensuite dans ces organes jusqu'à la maturité des graines. D'ailleurs, les tiges des plantes herbacées qui, comme celles de l'*Helianthus tuberosus*, de l'*Inula Helenium*, de l'*Althæa officinalis*, etc., ont une tendance plus ou moins grande à se lignifier, subissent exactement la même loi, seulement la décroissance des matières minérales fixes se montre bien plus tôt ; elle est, en outre, plus marquée.

15. Quand on incinère séparément les divers mérithalles d'une tige herbacée chez laquelle on ne remarque pas de tendance à la lignification, le dépôt des matières minérales se montre, en quelque sorte, proportionnel à l'âge, et suit, comme nous le verrons bientôt, la même progression que dans les feuilles. La table suivante, dont les exemples ont été choisis parmi d'autres plus nombreux, et pris à dessein sur des plantes terrestres et aquatiques submergées, témoigne en faveur de la proposition que nous venons d'émettre :

DÉSIGNATION DES ORGANES.	Hottonia palustris.	Potamogeton lucens.	Ranunculus aquatilis.	Hippuris vulgaris.
Deux premiers mérithalles.	13,60	18,61	18,61	15,00
Deux derniers mérithalles.	9,00	17,10	14,30	12,00

VERONICA ARVENSIS.	Premiers mérithalles.	Mérithalles moyens.	Derniers mérithalles.
Mérithalles.	12,00	10,04	8,00
Feuilles desdits mérithalles.	25,00	22,00	18,00

16. Pour déterminer les variations de quantité des matières minérales dans les axes des plantes ligneuses pris à des âges différents, nous avons cru devoir, en raison de la lenteur que les graines qui les produisent mettent à germer, nous adresser aux jeunes mérithalles des bourgeons qui s'épanouissent ; car, bien que ces organes aient augmenté la somme de leurs matières minérales fixes par leur transpiration et leur respiration hivernales, leurs axes ne diffèrent en réalité des tigelles ou de l'axe embryonnaire qu'en ce qu'ils ont subi l'action modificatrice de l'air et de la chaleur à une époque de l'année où elle se fait le moins sentir.

La table qui suit indique à la fois les quantités de cendres obtenues des jeunes mérithalles, des rameaux d'une année et des tiges de quinze à trente-cinq ans :

DÉSIGNATION DES ESPÈCES.	MÉRITHALLES pris dans le bourgeon.	RAMEAUX d'un an, avec écorce.	RAMEAUX d'un an, sans écorce.	BOIS de 15 à 30 ans.
Pyrus communis.	3,00	2,27	1,56	0,50
Id. autre variété	8,00	2,39	1,68	0,47
Malus communis.	7,50	1,95	1,36	0,65
Persica vulgaris.	9,00	2,07	1,96	0,95
Tilia europæa	7,50	2,13	1,75	1,05
Populus tremula.	7,00	2,17	1,87	0,59
Acer campestre	9,00	2,69	1,87	1,00
Corylus Avellana.	7,00	1,75	1,12	0,80
Salix capræa.	7,00	1,19	1,75	1,10
Sambucus nigra.	10,00	1,45	0,95	0,65
Syringa vulgaris.	7,00	2,00	1,50	0,80
Ulmus campestris.	10,00	1,50	1,00	0,54
Juglans regia.	9,50	2,89	2,25	1,00
Moyennes.	8,19	2,05	1,58	0,776

D'après ces données, on voit que, ainsi que Perthuis l'avait annoncé et que Théodore de Saussure l'a reconnu depuis, le tronc contient moins de cendres que les jeunes branches, tandis que les jeunes mérithalles des bourgeons en recèlent des quantités relativement énormes, et que ces quantités diminuent rapidement à mesure que ces organes se lignifient. Ce dernier fait, qui, comme nous l'avons dit, assimile l'axe du bourgeon à celui de l'embryon, confirme une fois de plus que le rôle physiologique de deux organismes qui concourent au même but final se trouve lié à la fois à leur composition chimique et à leur organisation élémentaire. Mais si, à mesure que les axes aériens vieillissent, ils fournissent, comme les axes souterrains, des quantités décroissantes de produits à l'incinération, cette loi ne se soutient plus alors que l'on examine les couches externes d'un tronc, et que l'on compare la somme des matières minérales fixes qu'elles recèlent avec celles que l'on obtient de l'axe entier d'une pousse ligneuse d'une année ; les quantités dans les deux cas sont sensiblement égales, et ces cendres sont de même nature. Ce fait, qui semble être en opposition avec les observations de Perthuis, est cependant très naturel, il dépend de l'âge de la couche analysée ; car si l'on examine la zone ligneuse naissante d'un tronc, elle donne la même quantité

de cendres que la zone correspondante d'un rameau, et ces quantités correspondent à celles que contiennent la radicule, les axes très jeunes et leurs appendices naissants ; organes qui, tous, forment chez les Dicotylédonés la couche la plus externe, que l'on peut considérer comme une sphère irrégulière, richement dotée de matière animale vivante, sphère qui en encadre d'autres qui s'appauvrissent de ces mêmes matières vivantes et minérales, en raison directe de leur âge. La table qui suit montre les différences que présentent le bois et l'aubier, au point de vue des quantités de matières minérales qu'ils donnent à l'incinération ; toutefois les résultats obtenus de deux régions dont l'âge relatif peut seul être déterminé ne sont mentionnés ici que pour être comparés entre eux, et confirmer les données déjà acquises par Théodore de Saussure :

DÉSIGNATION DES ESPÈCES.	AUBIER.	BOIS.	BRANCHES.	OBSERVATIONS.
Sambucus nigra . . .	1,40	0,59	1,52	Les bois des branches ont été, autant que possible, pris du même âge que l'aubier.
Quercus pedunculata.	0,69	0,29	0,70	
Ulmus campestris . .	0,96	0,66	1,00	
Carpinus Betulus. . .	0,83	0,70	0,87	

Ils montrent cependant que, comme nous l'avons déjà avancé, les tissus de même espèce et de même âge recèlent les mêmes quantités de matières minérales. Le jeune tissu qui procède de la couche génératrice, et qui, à l'époque de la sève, se montre surtout dans les bois blancs, sous la forme d'une couche visqueuse, enlevé en raclant à l'aide d'une lame obtuse, tant sur le tronc que sur les branches, se montre chez le même arbre aussi richement doté de matières minérales fixes dans l'une et dans l'autre de ces régions, du reste de même âge ; la moelle naissante en fournit des quantités sensiblement égales. Si l'on examine la moelle naissante et la couche génératrice du Sureau, on trouve que ces parties donnent à l'incinération les mêmes quantités de matières minérales, et qu'elles en fournissent d'autant moins, qu'on les analyse à une époque plus éloignée de leur état naissant : ce qui tient,

d'une part, au transport de ces matières pour la formation des tissus périphériques les plus vivants, et de l'autre à l'incrustation des tissus qui vieillissent.

Seulement, dans la moelle, l'appauvrissement paraît devoir être entièrement rapporté à la première de ces causes.

§ VI.

Des matières minérales fixes contenues dans la moelle et la couche génératrice du Sureau.

DÉSIGNATION DES ORGANES.		IIIe mérithalle.	IVe mérithalle.	Ve et dernier mérithalle.
Pousse de l'année,	Moelle.	4,30	8,50	13,00
composée de 5 mérithalles.	Couche génératrice. .	13,00	13,30	13,20

17. L'écorce qui revêt les axes ligneux, étant sans cesse exposée à l'action dissolvante de l'air, recèle de fortes proportions de matières minérales. Ce fait avait été bien constaté par Théodore de Saussure, et confirmé par la plupart des chimistes; seulement, on n'a nulle part, au moins que nous sachions, fait la remarque des différences qui peuvent exister sous ce rapport entre les couches corticales et libériennes, et, comme dans la question qui nous occupe, il était important, pour arriver à la détermination des causes qui président à leur distribution, d'analyser séparément ces parties, des écorces de Chêne, de Tremble et de Noyer, encore recouvertes de leurs épidermes non fissurés, ont été recueillies, et, après l'ablation de la couche épidermique, chacune de ces écorces a été divisée en trois parties sensiblement égales : l'une, interne, formée des couches libériennes les plus jeunes; la deuxième, ou moyenne, formée de couches libériennes plus âgées; et la dernière formée des couches dites corticales. Voici les résultats obtenus par leur calcination à blanc :

DÉSIGNATION DES ESPÈCES.	PREMIÈRES couches libériennes.	DEUXIÈMES couches libériennes.	COUCHES corticales.
Juglans regia.	12,55	8,55	11,85
Populus tremula	7,50	6,10	6,80
Quercus Robur.	8,70	7,20	8,00

Ces faits, quoique peu nombreux, montrent que les jeunes couches du liber recèlent plus de matières minérales fixes que les couches corticales proprement dites; quant à l'épiderme, celles qu'il contient s'élèvent à un chiffre souvent considérable (Fougères, Bambous, Grémil, etc.), qui croît avec l'âge, et leur accumulation dans cet organe s'explique par l'évaporation dont il est le siége, ainsi que par les fonctions sécrétoires qu'il remplit.

18. Si l'on compare les écorces des axes radicaux et aériens pris à des âges divers, on remarque que les matières minérales sont plus abondantes dans celles de ces derniers, et qu'elles présentent, en outre, une période d'accroissement et une période de décroissement successifs; c'est du moins ce que semblent indiquer les résultats inscrits à la table ci-jointe :

DÉSIGNATION des ESPÈCES.	CHEVELU.	ÉCORCES SOUTERRAINES.		ÉCORCES AÉRIENNES.		
		Moyennes.	Grosses.	Petites.	Moyennes.	Grosses.
Cerasus vulgaris. .	5,07	1,64	1,13	3,45	3,68	2,90
Populus tremula. .	7,00	6,00	5,40	6,25	7,00	6,10
Juglans regia . . .	6,50	5,02	5,75	9,25	10,85	9,60
Pyrus communis. .	4,25	3,52	3,00	4,00	8,75	7,56
Malus.	4,37	2,84	2,60	5,50	8,75	6,57

Les faits relatés à la première ligne de cette table ont été observés par notre estimable collègue et habile expérimentateur, M. Violette; mais bien que nous soyons certain de nos résultats et de ceux de notre savant collègue, nous n'osons en tirer des conclusions définitives, parce qu'ils sont, d'une part, trop peu nombreux, et que, de l'autre, les organes analysés ne pouvaient être pris dans des conditions exactement comparables.

§ VII.

Des matières minérales contenues dans les axes ou frondes des plantes cryptogames.

			PLANTES adultes.	PLANTES plus âgées.	AUTEURS des analyses.
CRYPTOGAMES CELLULAIRES.	Eaux douces.	Chara vulgaris.	27,00	39,50	
		— hispida.	30,00	45,00	
		Ulva intestinalis.	18,00	40,00	
		Conferva rivularis.	18,00	28,00	
		Hypnum fluitans.	17,50	26,83	
	Eaux salées . .	Coralliña officinalis.	»	83,00	Payen.
		Fucus Helminthocorton.	»	29,60	Bouvier.
		Halymeda opuntia.	»	96,20	Payen.
		Fucus vesiculosus.	»	20,00	
	Champignons. .	Agaricus deliciosus.	7,50		
		— arvensis.	11,50		
		— glutinosus.	5,50	. . . . .	Dopping et Schlossberger.
		Mycoderma cerevisiæ.	7,60		
CRYPTOGAMES VASCULAIRES.	Prêles et Lycopodiacées.	Equisetum hiemale.	11,80		
		— arvense.	13,84		
		— limosum.	15,50	. . . . .	Braconnot.
		— fluviale.	23,60		
		Lycopodium complanatum.	29,34		

Les produits de l'incinération des plantes cryptogames portés à la table qui précède n'ont pas, comme on le voit, tous été obtenus par nous; ceux qui correspondent aux deux colonnes, et qui comportent des résultats doubles, fournis par des plantes de mêmes espèces prises à des âges différents, sont les seuls que nous ayons obtenus; mais, quelles que soient leur origine et les différences probables apportées par l'âge des sujets et la composition chimique des milieux où ils vivaient, il n'en demeure pas moins évident que les plantes cellulaires aquatiques, alors qu'elles ne montrent pas de tendance à la formation de principes immédiats particuliers, recèlent des proportions énormes de matières minérales fixes, et que ces quantités se montrent d'autant plus grandes, qu'on les examine à une époque plus avancée de leur végétation annuelle.

§ VIII.

Des matières minérales fixes contenues dans les feuilles.

19. Nous avons constaté que les jeunes mérithalles des bourgeons pris à l'époque où ils commencent à s'épanouir contenaient de fortes proportions de matières minérales, et que ces axes en recélaient de moins en moins à mesure qu'ils s'accroissaient et avançaient en âge. Les feuilles présentent le phénomène inverse; mais pour le mettre en évidence et apprécier plus rigoureusement les causes dont il dépend, nous examinerons ces organes dès leur apparition, c'est-à-dire dès le moment qu'ils vont quitter leur état de vernation jusqu'au terme de leur végétation annuelle. Quand les jeunes feuilles commencent à refouler les écailles qui les protégent, elles ont à peine évaporé, et les sels minéraux qu'elles contiennent s'y trouvent sensiblement dans les mêmes rapports que dans les autres organes pris à leur origine; c'est du moins ce qui ressort des exemples qui vont suivre, et à l'aide desquels il deviendra facile de saisir, en outre, la progression qui suit l'accumulation des matières minérales dans les feuilles des plantes ligneuses, herbacées, persistantes, grasses et aquatiques submergées, recueillies à des âges différents. Les résultats inscrits à la

,table qui suit ont été obtenus à l'aide de feuilles recueillies la même année sur les mêmes sujets, à quatre époques différentes de leur végétation ; elles appartiennent à des arbres et à des arbrisseaux à feuilles non persistantes.

DÉSIGNATION DES ESPÈCES.	2 premières feuilles du bourgeon.	2 premières feuilles de l'axe, 15 j. après épanouissem.	2 premières feuilles de l'axe prises le 1er juillet.	2 premières feuilles de l'axe prises le 30 septemb.
Tilia europæa.	7,50	8,00	8,45	9,00
Populus tremula.	7,80	8,10	9,00	10,15
Juglans regia.	8,25	9,80	11,00	14,00
Malus communis.	6,10	6,50	7,10	8,30
Pyrus communis.	6,00	6,40	7,47	8,97
Id.	6,00	6,45	7,00	8,00
Persica vulgaris.	8,50	9,30	11,00	14,00
Rubus idæus.	6,50	7,00	7,45	8,00
Ribes rubrum.	7,55	8,20	8,50	9,00
Acer campestre.	7,55	8,30	8,70	9,10
Syringa vulgaris.	7,00	7,20	7,80	9,30
Corylus Avellana.	6,50	7,00	7,50	8,30
Salix capræa.	6,00	6,54	7,00	7,66
Ulmus campestris	8,50	9,30	11,69	14,75
Vitis vinifera.	8,00	8,30	9,00	11,00
Rosa centifolia.	6,60	7,00	8,02	9,12
Armeniaca vulgaris.	7,00	8,00	10,06	13,38
Sambucus nigra.	8,50	1,00	11,27	14,80
Moyennes. . .	7,115	7,875	8,790	10,08

Ces exemples confirment pleinement l'opinion de Théodore de Saussure, qui admettait que les matières minérales augmentent graduellement dans les feuilles avec leur âge ; mais, bien qu'ils aient été pris dans des conditions que nous croyons préférables à celles qu'avait choisies ce savant distingué, nous ne pouvions nous dissimuler que des causes diverses, telles que l'exposition et la température variées sous lesquelles nous avons dû opérer nos récoltes, eussent pu, en dehors de la durée du temps, augmenter ou diminuer les chiffres obtenus. Pour obvier aux inconvénients que pourraient présenter les écarts dus aux causes qui viennent d'être signalées, nous avons cru devoir analyser séparément les feuilles d'une même pousse de l'année, recueillie à la fin de

septembre; les résultats obtenus sont consignés dans les tables qui suivent.

§ IX.

Matières minérales fixes contenues dans chaque feuille d'une pousse de l'année, recueillie le 30 septembre.

Arbres à feuilles distiques.

NUMÉROS D'ORDRE des feuilles, à partir de la base du rameau.	TILLEUL.	ORME.
1	9,30	16,00
2	9,30	15,30
3	8,75	16,10
4	8,70	13,27
5	8,71	12,60
6	8,00	11,70
7	7,85	11,00
8	7,60	9,50

§ X.

Des matières minérales contenues dans les feuilles des rameaux à spires quinconciales.

Nos D'ORDRE des feuilles.	ABRICOTIER.	POIRIER.	ROSIER.	PÊCHER.	OBSERVATIONS.
1re	14,38	8,98	9,27	14,20	Toutes les feuilles ont été récoltées le 30 septembre.
6e	13,15	8,91	7,89	14,00	
11e	11,65	8,92	7,69	13,00	
16e	8,33	8,92	7,60	12,00	
21e	7,45	7,82	7,00	9,50	

Bien que ces exemples confirment pleinement la loi de l'accumulation graduelle des matières minérales dans les feuilles, il est bon de faire observer qu'elle se trouve quelquefois modifiée par des causes accidentelles, dues principalement à ce que la feuille

exhale, proportionnellement à sa masse, beaucoup plus dans sa première jeunesse qu'elle ne le fait plus tard ; de sorte que si, pendant cet âge, des causes d'évaporation plus puissantes influent sur elle, elle peut fournir d'aussi fortes quantités de cendres que celles qui sont un peu plus âgées. Cette remarque est surtout applicable aux feuilles terminales du rameau en croissance, comparées à celles du bourgeon qui s'épanouit ; les premières subissant l'influence d'une température généralement plus élevée que celle qui accompagne les premiers développements des secondes : c'est du moins ce qui ressort de la comparaison des exemples n° 5 de la table qui précède avec les n°s 6, 7, 16, 17, de la table page 163.

20. Les feuilles des plantes herbacées sont soumises aux mêmes lois que celles des végétaux ligneux, et ce qu'il y a de très remarquable, c'est que celles qui appartiennent aux plantes aquatiques submergées, qui, par conséquent, se trouvent à l'abri de toute cause extérieure d'évaporation, suivent la même règle, et donnent des résidus salins beaucoup plus abondants. La table qui suit met à même d'apprécier la valeur des propositions qui précèdent :

PLANTES herbacées terrestres.	Veronica arvensis.	Feuilles des cinq premiers mérithalles	25,00
		-- des cinq mérithalles moyens.	22,00
		— des cinq derniers mérithalles.	18,00
	Lysimachia vulgaris.	Premier verticille.	15,00
		Cinquième verticille.	11,45
		Neuvième et dernier verticille. . . .	9,06
	Aristolochia Clematitis	Trois premières feuilles de l'axe. .	9,65
		Trois dernières feuilles de l'axe . .	7,44
	Euphorbia palustris.	Feuilles inférieures de l'axe	10,00
		— supérieures de l'axe	8,09
	Ranunculus sceleratus	— caulinaires inférieures . . .	12,00
		— ramaires supérieures	11,00
			—
PLANTES herbacées aquatiques	Hottonia palustris.	Feuilles de la région moy. de l'axe.	30,00
		— de la partie sup. de l'axe. .	12,00
	Potamogeton lucens.	— de la région moy. de l'axe. .	20,00
		— de la partie sup. de l'axe. .	12,50
	Ranunculus aquatilis.	— de la portion moy. de l'axe.	38,00
		— de la portion sup. de l'axe. .	12,50
	Hippuris vulgaris.	— de la portion moy. de l'axe.	16,50
		— de la partie sup. de l'axe. .	11,50

21. Les feuilles des plantes grasses, ainsi que celles des arbres toujours verts, qui persistent durant un temps plus ou moins long, et deviennent plus ou moins charnues ou ligneuses, pouvaient présenter les matières minérales qu'elles recèlent, dans des rapports autres que ceux que nous avons constatés dans les recherches qui précèdent ; aussi avons-nous dû les examiner sous le même point de vue. Voici l'exposé des résultats que nous avons obtenus :

DÉSIGNATION DES ESPÈCES.		Feuilles de la base de l'axe.	Feuilles du sommet de l'axe.
Plantes grasses ou charnues.	Saxifraga longifolia.	19,40	7,81
	Sempervivum tectorum.	30,00	12,80
	Saxifraga crassifolia.	4,73	4,73
	Aloe socoterina	14,50	6,72
	Epiphyllum Eckmanii.	20,00	13,00
	Sedum Telephium.	21,05	18,66
Arbres ou arbrisseaux toujours verts	Laurus nobilis.	2,24	2,90
	Rhododendrum ferrugineum.	8,00	2,60
	Ilex Aquifolium.	7,72	3,70
	Nerium Oleander.	8,74	19,00

Ces chiffres montrent que les feuilles des plantes grasses contiennent, comme celles des plantes aquatiques, de fortes proportions de matières minérales fixes, bien qu'elles n'exhalent que faiblement, et que ces matières s'y accumulent en quantité d'autant plus grande, qu'elles avancent plus en âge ; ils tendent, en outre, à prouver que les feuilles de quelques arbres ou arbrisseaux toujours verts perdent avec l'âge, ou dissimulent par les produits immédiats ou incrustants auxquels elles donnent naissance, une partie de celles qu'elles avaient acquises.

22. Dans des recherches déjà anciennes (1), nous avons cherché à administrer la preuve que l'eau exhalée par les feuilles l'était en plus forte proportion par les nervures que par le tissu intermé-

(1) *Annales des sciences naturelles*, 1850, p. 321.

diaire qu'elles parcourent; et comme il n'est pas douteux que les substances minérales contenues dans ces organes proviennent en grande partie de celles que contenait l'eau du sol qui s'est évaporée ou exhalée de la feuille, il était intéressant de rechercher le mode de distribution de ces matières dans le pétiole, les nervures et le tissu qui leur est intermédiaire.

Dans nos incinérations, nous avons fait trois parts : l'une comprenant le pétiole, la deuxième formée des nervures primaires et secondaires; et la troisième du parenchyme et des nervilles intermédiaires aux nervures. Comme les résultats obtenus ont été fournis par chacune des parties appartenant à une même feuille, ils deviennent facilement comparables.

DÉSIGNATION DES PLANTES.	PÉTIOLE.	NERVURES médiaires et primaires.	PARENCHYME intermédiaire aux nervures.	OBSERVATIONS.
Œnanthe Phellandrium.	18,90	16,00	11,00	Rachis, pétioles, folioles.
Nymphæa lotus.	18,11	13,11	10,00	Pétiole et nervure subm.
Cissus quinquefolia . . .	16,00	21,50	13,46	Pétiole cylindr. charnu.
Alnus viscosa.	12,15	11,21	9,50	
Helianthus annuus. . . .	24,10	20,00	18,65	
Sambucus nigra.	20,85	19,56	9,65	
Fagopyrum cymosum. .	16,66	15,38	9,14	
Nicotiana Tabacum . . .	»	18,00	18,00	
Arctium Lappa.	»	21,00	16,00	
Centaurea macrocephala.	»	15,75	10,00	
Gentiana lutea.	»	9,23	6,15	
Aristolochia Sipho . . .	»	22,71	14,00	
Æsculus macrostachya. .	»	11,11	10,66	
Bignonia Catalpa. . . .	»	10,20	8,70	

Ces exemples, rapprochés des considérations que nous avons fait valoir au commencement de ce paragraphe, prouvent suffisamment que ce sont les parties de la feuille qui reçoivent le plus d'eau, et qui évaporent le plus, qui recèlent le plus de matières minérales; car, lorsque le pétiole, au lieu de s'aplatir, prend la forme d'un cylindre plein, comme cela arrive pour celui du *Cissus quinquefolia* et le rachis du *Robinia pseudo-acacia*, il perd de ses propriétés exhalantes, la surface devenant moindre, et, par suite,

il recèle moins de matières minérales fixes que les nervures auxquelles il donne naissance.

23. Les pétales, dont la durée est généralement limitée, étant presque constamment dépourvus de stomates et toujours enduits d'une couche de matière grasse, n'exhalent, malgré la surface qu'ils présentent et la délicatesse de leur tissu, que de faibles quantités d'eau ; aussi le chiffre des matières minérales qu'ils donnent à l'incinération est-il moins élevé que celui des feuilles non persistantes prises dans la vigueur de leur végétation, et dépasse à peine celui que ces organes donnent peu de temps après qu'ils ont quitté leur état de vernation.

§ XI.

Des matières minérales contenues dans les graines, comparées à celles de l'ovule.

24. Nous avons déjà constaté que les matières minérales étaient très inégalement réparties dans les divers organes dont la graine se compose, et que l'épisperme et les cotylédons sous lesquels l'axe embryonnaire et la gemmule se trouvent le plus ordinairement garantis de l'action des agents extérieurs, n'en recèlent que des quantités relativement très faibles ; *il résulte de là que l'incinération des graines entières donne des résultats mixtes peu propres à conduire à la détermination des causes qui concourent à produire ces différences.* Mais si l'on réfléchit, d'une part, qu'il n'est pas possible d'isoler le nucelle et les membranes de l'ovule non fécondé d'avec le sac embryonnaire et son contenu, comme on isole l'épisperme du périsperme ou des cotylédons ; et de l'autre, que l'ovule peut, dans son ensemble, être comparé à la graine, on devine que, sous ce point de vue, l'évaluation des quantités de matières minérales fixes de l'ovule et de la graine peut conduire à des observations utiles. En effet, les ovules, avant ou peu après la fécondation, contiennent plus de matières minérales que les graines mûres qu'ils développent, et ce fait, que nous retrouverons dans les appréciations que nous nous réservons de faire à la suite de ces recherches, est précisément l'inverse de ce que l'on remarque dans les feuilles, bien que l'on doive considérer les

ovules et les graines comme des bourgeons dans lesquels ces appendices sont annexés à des axes d'un poids relatif presque nul. La table qui suit, quoique bornée à quelques exemples, montre à la fois les quantités absolues et relatives des matières minérales contenues dans les ovules pris peu de temps après la fécondation et les graines mûres :

DÉSIGNATION DES PLANTES.	Ovules peu après la fécondation.	GRAINES MURES.
Brassica campestris v. oleifera.	10,50	5,00
Brassica campestris (Nord).	9,90	4,50
Papaver somniferum	14,95	8,50
Myagrum sativum.	10,10	4,50
Sinapis nigra.	»	5,50
Linum usitatissimum.	»	4,50
Faba vulgaris.	»	3,90
Phaseolus sativus.	»	3,40
Pisum sativum.	»	3,95
Vicia sativa.	»	4,30
Zea mays (moins le péricarpe).	»	1,30

CHAPITRE DEUXIÈME.

§ I.

De la nature des matières minérales contenues dans les divers organes des plantes.

25. La nature et les proportions relatives des matières minérales contenues dans les divers organes des plantes ont été recherchées par un grand nombre de chimistes, parmi lesquels on doit citer très honorablement Théodore de Saussure, Leutchenweiss, Rammelsberg, Fresenius, Will, Plichon, Payen, Boussingault, Berthier, Malagutti, Clifton, Sorby, Durocher, etc., etc.; de telle sorte que de nouvelles analyses semblent superflues. Mais, quand on réfléchit que le choix, l'âge de l'organe analysé, l'époque de sa récolte, le milieu d'où il provient, le mode de dessiccation, les modes d'incinération et d'analyse mis en pratique, apportent des variations inévitables dans les résultats, et que, le plus souvent,

ceux qui ont été obtenus, et qui sont encore loin de porter sur tous les organes des plantes, *doivent être pour la plupart envisagés comme provenant de l'examen du mélange des cendres de plusieurs organes distincts* (graines, fruits, bois, écorces, etc.), on concevra que, malgré les données éminemment utiles obtenues par les savants que nous venons de citer, nous avons dû nous trouver dans l'obligation de compléter, autant que nous l'avons pu, par de nouvelles analyses, la série des faits qui nous était indispensable pour asseoir notre jugement.

§ II.

Composition des cendres des graines.

26. Les analyses des cendres obtenues par la combustion des graines ont donné, entre les mains d'analystes différents, des résultats généralement concordants, et leur comparaison suffira pour faire ressortir la grande analogie qu'ils présentent ; seulement nous ferons remarquer que les épispermes dont les graines analysées étaient revêtues ont dû abandonner des matières fixes étrangères à celles de l'embryon et du périsperme ; de sorte qu'il ne faut pas s'attendre à retrouver l'expression exacte de la composition normale de ces parties des plantes, mais une approximation seulement. Nous nous contenterons de rapporter les exemples qui suivent :

NATURE des MATIÈRES MINÉRALES FIXES.	DIVERSES.				GRAMINÉES.			
	Pois, par Boussingault.	Lin, par Leuchenweiss.	Colza, par Rammelsberg.	Moyennes.	Seigle, par Fresenius.	Froment, par Fresenius.	Maïs, par Letellier.	Moyennes.
Potasse et soude. . .	37,80	27,20	25,18	30,06	37,21	38,84	30,08	35,37
Chaux.	10,10	26,00	12,91	11,33	2,92	3,06	1,30	2,42
Magnésie.	11,90	00,02	11,39	7,77	11,13	13,54	17,00	13,89
Acide phosphorique.	30,10	40,10	45,95	38,71	47,29	49,21	50,10	48,86
Acide sulfurique. . .	4,07	1,00	0,53	1,86	1,46	»	»	0,44
Chlore.	1,10	0,09	0,11	0,34	0,01	»	»	0,00
Silice.	1,50	0,00	0,11	0,35	0,00	»	0,80	0,29
Oxyde de fer. . . .	»	3,70	0,52	1,40	0,80	»	»	0,29
Charbon et perte. .	3,43	1,89	03,30	»	»	»	0,02	»

27. Si l'on examine les cendres fournies par les diverses parties de la graine incinérées séparément, on voit que l'*épisperme fournit des matières fixes d'une nature toute différente de celles des organes qu'il revêt ;* et ces différences tiennent à ce que cet organe, quoique abrité par le péricarpe, n'en est pas moins un organe exhalant et secréteur : aussi le trouve-t-on souvent, comme dans les Borraginées, la Moutarde, le Pavot, etc., riche en carbonate calcaire, silice, etc., matériaux que l'on ne retrouve pas dans l'embryon. Les résultats analytiques qui suivent peuvent donner une idée de la distribution qualitative et quantitative des matières minérales des diverses parties d'une même graine avant et après la germination :

PHASEOLUS VULGARIS.	Cotylédons avant germination.	Cotylédons après germination.	Tigelle.	Gemmules.	Radicules.	Épisperme avant germination.	Épisperme après germination.	Carpelles.
Potasse et soude. . .	45,50	46,00	44,90	45,00	47,00	6,00	5,00	27,53
Chaux.	5,85	6,00	6,00	5,50	6,00	45,50	45,00	21,58
Magnésie.	9,00	10,00	9,00	9,00	9,00	4,00	3,50	0,36
Acide phosphorique.	36,60	37,00	37,50	38,00	36,00	5,50	5,60	3,13
— carbonique. .	»	»	»	»	1,50	34,00	35,80	39,56
— sulfurique. . .	»	»	»	»	»	1,40	1,50	1,42
Chlore.	»	»	»	»	»	0,60	0,47	0,85
Silice.	»	»	»	»	»	»	»	4,40
Oxyde de fer	traces	traces	traces	traces	traces	1,50	1,40	traces
Charbon et perte. .	1,05	1,00	2,60	2,50	0,50	1,50	1,73	1,17

28. Peu après la germination, les radicules et les fibrilles puisent des matières minérales dans le milieu où elles végètent, et ces matières, dont la quantité s'élève quelquefois au tiers du poids de l'organe, diffèrent d'autant plus de celles qu'elles possédaient originairement, qu'on les examine à une époque plus éloignée de celle où elles ont pris naissance.

Les exemples suivants montrent quels sont les matériaux contenus dans les radicules et les fibrilles naissantes, et ceux nouvellement introduits dans les fibrilles d'un âge plus avancé :

DÉSIGNATIONS.	Radicules du Sinapis nigra.	Fibrilles du Triticum sativum.	Fibrilles adultes de l'OEnanthe Phellandrium.	Fibrilles plus âgées de l'OEnanthe Phellandrium.	Fibrilles âgées du Ranunculus aquatilis.
Potasse et soude. . . .	18,30	36,00	24,91	12,02	9,65
Chaux.	17,80	3,00	24,05	35,03	27,73
Magnésie.	15,50	13,00	4,47	4,77	4,75
Acide phosphorique. .	45,00	47,00	3,25	0,92	0,93
— sulfurique.. . .	1,00	»	2,75	0,80	1,37
— carbonique. . .	»	»	30,32	33,78	29,77
Chlore.	0,50	»	6,07	3,03	3,41
Silice.	»	»	2,00	3,00	3,00
Oxyde de fer.	»	»	1,00	5,00	16,00
Charbon et perte. . . .	1,90	1,00	1,18	1,65	3,39

Les résultats fournis par les radicules de la Moutarde noire et les fibrilles du Blé proviennent de l'incinération desdits organes, développés à l'air humide, et en l'absence du contact de toute substance minérale ; ils diffèrent, comme il est aisé de le voir, de ceux obtenus par l'analyse des fibrilles qui ont végété dans l'eau ou dans le sol, par la prédominance de l'acide phosphorique et de la potasse, ainsi que par l'absence du carbonate de chaux, du chlore, de la silice et du sesquioxyde de fer.

§ III.

Composition des matières minérales contenues dans les axes et les feuilles très jeunes du bourgeon.

29. Les axes très jeunes et les feuilles naissantes du bourgeon, remplissant les mêmes actes physiologiques que la graine germante, devaient offrir à l'incinération des résidus de matières minérales fixes d'une composition analogue ; c'est en effet ce que constatent les analyses rapportées à la table qui suit :

DÉSIGNATIONS.	MALUS COMMUNIS.		ACER CAMPESTRE.		CORYLUS AVELLANA.	
	Mérithalles	Feuilles.	Mérithalles	Feuilles.	Mérithalles	Feuilles.
Potasse et soude. .	39,20	36,35	38,93	38,80	35,59	34,18
Chaux.	11,33	12,99	10,82	11,52	15,25	14,91
Magnésie.	6,24	6,90	6,25	6,60	5,87	6,23
Acide phosphoriq. .	36,66	37,00	39,37	37,97	36,86	37,55
— carbonique. .	2,50	1,95	1,65	2,15	4,48	2,07
— sulfurique. .	traces	traces	traces	traces	traces	traces
Chlore.	1,48	1,17	0,16	»	0,95	0,47
Silice (trace d'oxyde de fer).	1,00	0,50	traces	traces	traces	traces
Charbon et perte. .	1,79	3,14	2,72	2,96	0,80	4,59

30. Nous n'avons pas fait d'analyse de l'aubier; mais les recherches de Théodore de Saussure nous apprennent que cette région des végétaux ligneux ne recèle que fort peu de carbonates terreux, et se montre très riche en phosphates alcalins et terreux. Ce savant, en s'adressant à l'aubier, analysait des couches de différents âges, et il est très probable que s'il se fût appliqué à l'examen de la partie la plus externe de la couche de l'année, ses résultats eussent été très différents et les mêmes que ceux que l'on obtiendrait de l'analyse des cotylédons ou de l'endosperme, organes dont l'aubier remplit, en effet, le rôle physiologique. Aussi voit-on, alors qu'il s'est adressé aux jeunes branches du Chêne et du Noisetier, les cendres s'appauvrir de leurs carbonates terreux, tandis qu'elles augmentent le chiffre de leurs phosphates terreux et alcalins.

31. Nous avons pu constater que la nature des cendres est sensiblement la même dans les jeunes tissus, et plus spécialement dans les jeunes feuilles et les axes qui les portent, les uns et les autres étant pris au centre du bourgeon non encore épanoui; mais leur composition première se modifie graduellement, à mesure que ces organes s'accroissent et vieillissent. Les tables qui suivent montrent la composition en centièmes des cendres des axes des plantes ligneuses, herbacées, des frondes des Cryptoes et des feuilles des arbres :

§ IV.

Analyses des bois.

(*Tronc.*)

DÉSIGNATIONS.	Arbre de Judée.	Aune.	Bouleau.	Châtaignier.	Charme.	Chêne.	Orme.	Sureau à grappes	Tilleul.
Potasse et soude....	13,39	11,65	12,72	10,11	11,30	12,16	24,68	35,45	6,55
Chaux.....	37,26	41,25	43,84	43,63	35,01	48,22	33,58	31.98	42,20
Magnésie.....	5,83	»	2,52	3,24	5,74	0,58	5,00	1,62	1,96
Oxydes de fer et de manganèse.....	1,62	5,59	3,36	3,22	5,74	»	0,76	1,88	0,62
Acide sulfurique....	0,05	3,94	0,36	1,27	1,31	1,45	0,97	2,21	0,82
— phosphorique.	6,07	8,93	3,61	1,62	7,21	0,77	2,06	5,39	2,49
— carbonique...	32,27	25,58	28,72	28,78	28,34	39,16	30,50	28,81	38,54
Chlore.....	0,01	1,69	9,03	0,07	0,84	0,18	»	0,14	0,19
Silice.....	2,13	0,82	4,78	7,64	3,37	3,70	2,18	2,15	1,96

NOTA. — Ces analyses sont dues à M. Berthier.

§ V.

Analyse des cendres de tiges herbacées terestres, des légumineuses et des graminées incinérées après maturation des graines.

DÉSIGNATIONS.	Lentille	Fève.	Pois.	Vesces.	Seigle, par Frescnius.	Froment, par Boussingault.	Maïs, par Kruschauer.
Potasse et soude.	19,31	54,74	4,72	36,52	17,03	10,00	54,40
Chaux.	50,32	20,00	53,00	37,43	8,98	9,00	4,90
Magnésie.	3,05	6,40	7,50	6,35	2,39	0,62	1,80
Oxydes de fer et de manganèse	2,90	0,65	0,90	traces	4,35	»	0,90
Acide phosphorique	0,60	7,20	4,80	5,50	3,80	3,50	11,86
— carbonique.	»	»	»	»	»	»	»
— sulfurique.	0,90	1,10	6,62	2,00	0,81	1,50	1,00
Chlore.	1,00	2,50	0,06	1,64	0,40	0,62	0,30
Silice.	17,58	7,05	2,00	8,66	63,89	70,69	23,30
Charbon et perte.	1,00	0,46	2,40	1,90		4,07	1,54

§ VI.

Analyses des cendres de tiges herbacées terrestres de diverses familles.

DÉSIGNATIONS.	Colza, par Rammelsberg.	Lin.	Chanvre, par Robert Kane.	Sarrasin, par Malagutti.
Potasse et soude.	27,95	17,30	8,20	8,65
Chaux.	20,05	18,37	42,05	33,00
Magnésie.	2,56	3,00	4,88	9,46
Oxyde de fer et de manganèse. . . .	0,01	2,00	0,37	1,60
Acide phosphorique..	4,76	11,00	3,22	0,40
— carbonique.	16,31	25,00	31,90	40,35
— sulfurique.	7,60	9,67	1,10	0,18
Chlore.	19,93	2,70	1,53	0,96
Silice.	0,84	9,00	6.75	4,79
Charbon et perte.	0,00	1,96	0,00	0,61

§ VII.

Analyses des cendres de tiges de plantes aquatiques submergées.

DÉSIGNATIONS.	Hottonia palustris.	Ranunculus aquatilis.	Potamogeton lucens.	OBSERVATIONS.
Potasse et soude. . .	11,80	7,61	13,77	L'incinération des plantes a été opérée à l'époque de la floraison. La portion moy. des axes a seule été incinérée.
Chaux.	37,67	40,32	36,77	
Magnésie.	4,29	4,77	5,24	
Oxyde de fer. . . .	2,00	1,00	2,50	
Acide phosphorique.	2,74	2,30	1,84	
— carbonique. .	35,89	37,02	31,70	
— sulfurique. .	1,18	1,77	1,18	
Chlore.	2,43	1,21	2,43	
Silice..	1,50	2,00	1,60	
Charbon et perte. .	0,50	2,00	2,97	

§ VIII.

Analyses des cendres de Cryptogames cellulaires aquatiques.

DÉSIGNATIONS.	Corallina officinalis.	Ulva intestinalis.	Chara hispida	Hypnum fluitans.	Ferment de bière.
Potasse et soude.	0,54	3,42	1,41	3,93	39,50
Chaux.	49,00	39,20	46,80	36,60	1,24
Magnésie.	3,43	07,12	4,75	4,75	6,15
Oxyde de fer.	0,28	2,20	2,00	7,00	»
Acide phosphorique.	0,19	0,96	0,46	1,92	53,52
— sulfurique.	1,55	0,92	0,46	1,38	»
— carbonique.	41,27	38,68	40,45	34,65	»
Chlore et iode.	0,97	2,46	1,13	2,70	»
Silice.	0,97	3,00	2,00	7,00	»
Charbon et perte.	1,80	2,04	0,54	3,07	

La première analyse de la table qui précède est due à M. Bonnier, et la dernière, qui présente des résultats très dignes d'être remarqués, appartient à M. Mitscherlich : elle montre, en effet, une composition identique avec celle des cendres du caryopse des céréales dont le fruit, par ses matières protéiques, sert à la multiplication du ferment de la bière, et qui, à part les matières amyloïdes qu'il recèle, se trouve être, que l'on nous passe cette expression, isomère avec le ferment.

§ IX.

Analyses des cendres de tiges et de frondes de Cryptogames vasculaires.

DÉSIGNATIONS.	Athyrium filix fœmina, BERTHIER.	Equisetum hiemale, BRACONNOT.	Lycopodium complanatum.	OBSERVATIONS.
Potasse et soude. .	6,70	7,93	6,66	Dans l'analyse des cendres du *Lycopodium complanatum*, l'alumine a été dosée avec la silice.
Chaux.	13,89	7,64	8,40	
Magnésie.	0,86	»	2,19	
Oxyde de fer. . . .	traces	traces	0,50	
Acide phosphorique.	0,54	2,77	5,91	
— sulfurique. .	»	1,28	0,28	
— carbonique. .	10,91	3,49	6,60	
Chlore.	»	1,12	1,61	
Silice.	73.00	74,73	65,10	
Charbon et perte. .	0,10	1,04	2,85	

§ X.

Analyses des cendres de feuilles de plantes ligneuses, recueillies le 20 octobre.

DÉSIGNATIONS.	Marronnier.	Noyer.	Coudrier.	Orme.	Peuplier.	Charme.	Moyennes.
Chlorures alcalins	8,55	1,73	2,80	2,70	3,70	4,87	4,05
Potasse et soude.	14,17	25,48	14,50	17,20	10,90	13,86	16,98
Chaux.	40,48	53,61	38,50	46,70	49,00	48,50	45,13
Magnésie	7,78	9,83	6,90	8,95	8,80	7,80	8,34
Oxyde de fer, de manganèse, alumine.	5,19	0,60	2,50	1,70	2,30	2,20	2,41
Acide phosphorique	8,21	4,03	7,50	6,85	9,00	6,10	6,94
— sulfurique.	1,68	2,64	1,95	2,87	2,70	2,00	2,27
Silice.	12,90	2,02	24,05	9,00	12,50	13,08	12,92
Charbon et perte.	0,04	0,03	1,30	4,03	1,10	1,59	»

Les deux premières analyses qui figurent sur la table qui précède sont dues à M. Staffel; les chlorures alcalins ont été, comme il est aisé de le voir, dosés à part, et tous les produits calculés comme exempts d'acide carbonique.

32. Si l'on compare les résultats que nous avons exposés dans le premier chapitre de ce travail, il est aisé de reconnaître que les matières minérales fixes sont, eu égard à leurs quantités, très inégalement réparties, et subissent des oscillations remarquables dans les divers organes des végétaux; on voit, en effet, ces matières diminuer graduellement dans les axes, y compris ceux de l'embryon et du bourgeon naissant des plantes ligneuses, à mesure qu'ils s'accroissent et vieillissent, tandis qu'elles augmentent avec l'âge dans les axes des plantes herbacées, terrestres et aquatiques, tant qu'ils conservent leur caractère herbacé, ou, en d'autres termes, qu'ils ne s'obstruent pas à l'aide de dépôts organiques ou incrustants. Cette accumulation graduelle suit la même loi dans les feuilles, et ne rencontre d'exceptions que parmi celles qui persistent et s'obstruent de dépôts incrustants ou autres.

33. *Mais si l'accumulation graduelle des matières minérales ne souffre que peu d'exceptions dans les feuilles considérées comme organes distincts, il n'en est plus de même alors qu'elles s'unissent pour former des calices, des péricarpes charnus ou ligneux, des ovules, etc., et qu'elles perdent sensiblement de leur surface avec l'air ; leur rôle physiologique se modifie graduellement*, et les matières minérales qu'elles recèlent décroissent au lieu d'augmenter, comme on le remarque dans les organes que nous venons d'énumérer, ainsi que dans les bourgeons souterrains du *Saxifraga granulata*, dans la graine comparée à l'ovule, les cotylédons, etc. Cette loi est la conséquence de la formation des matériaux immédiats et alibiles, jointe à la diminution ou à la suppression de l'exhalation aqueuse. La cause première de ces changements ne semble-t-elle pas être l'œuvre d'une admirable prévoyance, quand on considère qu'il fallait un aliment tout préparé à la graine, et que le procédé le plus simple pour le lui conserver consistait, en effet, dans sa soustraction au contact de l'air jusqu'à l'époque de la dissémination. Ces faits ne sont pas les seuls sur lesquels nous aurons à nous appesantir. Nous avons constaté que les fibrilles, les feuilles des plantes grasses, les plantes aquatiques submergées, tant cellulaires que vasculaires, recélaient généralement plus de matières minérales que les parties aériennes des

plantes terrestres ; nous aurons en conséquence à en rechercher les causes. Mais avant d'aborder ce sujet, il est nécessaire de rappeler sommairement la nature et les quantités respectives des matières minérales fixes contenues dans chacun des organes que nous avons examinés.

34. Le fait le plus frappant que nous avons déjà eu l'occasion de signaler consiste dans la différence qui existe entre la composition des cendres de la graine privée de son épisperme, et celles des autres parties de la plante monocarpienne, prise à sa maturité. On remarque, en effet, que, tandis que la première ne recèle que les éléments propres à constituer des phosphates de chaux, de potasse, de soude et de magnésie, les secondes contiennent des oxydes de fer, de manganèse, des carbonates de chaux et de magnésie, des sulfates, des chlorures, de la silice, qui en constituent la masse ; les phosphates ont presque entièrement disparu au profit du jeune individu destiné à perpétuer l'espèce. Cette composition des cendres de la graine devait se retrouver dans les différentes parties de l'embryon prises isolément ; c'est, en effet, ce que nous avons constaté. Les axes naissants et les feuilles rudimentaires du bourgeon, dont le but final est le même que celui des graines, a fourni les mêmes résultats ; et s'il nous a été donné de reconnaître de légères différences, il est permis de les rapporter aux causes que nous avons indiquées, c'est-à-dire à l'influence de l'organe contigu et à l'évaporation. En un mot, tous les jeunes organes d'une même plante, albumen, cotylédons, axe embryonnaire, gemmule, radicule, bourgeon naissant, donnent à l'incinération les mêmes matières minérales fixes que la graine privée de son épiderme, et si d'autres substances inertes, telles que des chlorures, des sulfates, de la silice, des carbonates, etc., s'y trouvent en quantité minime, leur présence n'est pas constante, et par conséquent non indispensable ; on peut donc les considérer comme accidentelles. La moelle très jeune, l'ovule pris avant ou peu de temps après la fécondation, ainsi que la couche génératrice, qui sont abreuvées d'une très grande quantité d'eau, montrent ce mélange des matières minérales liées à l'organisation avec celles qui lui sont étrangères ; ce fait s'explique par l'abondance du fluide

aqueux chargé de matières minérales diverses, dont quelques-unes doivent rester étrangères à l'individu vivant, et que l'on retrouve plus tard si bien isolées dans la graine et son épisperme.

35. A mesure que les organes vieillissent, que la somme des matières minérales diminue ou augmente, ils s'appauvrissent toujours de leurs combinaisons phosphorées, et les carbonates alcalins, calcaires, magnésiens, les oxydes de fer et de manganèse, la silice, l'alumine, les chlorures et les sulfates, etc., résument, à la fin de leur existence, la presque totalité de celles qu'ils ont accumulées: ainsi la chaux, qui ne se montre qu'en proportion relativement minime dans tous les organes qui viennent de naître, et toujours combinée avec l'acide phosphorique, constitue les deux cinquièmes des cendres des tiges herbacées, des tiges ligneuses, des feuilles, des frondes, des Cryptogames aquatiques, etc.; et si l'on réfléchit que la chaux, qui fait partie de ces cendres, existait, en certaine proportion, unie à l'acide carbonique dans l'organe incinéré, on arrive à reconnaître que le carbonate calcaire constitue à lui seul la majeure partie des matériaux des cendres de la généralité des plantes ou de leurs organes qui ont parcouru le cercle de leur végétation. Ces comparaisons, que nous pourrions continuer et que chacun peut faire en se rapportant aux analyses inscrites aux pages qui précèdent, confirment donc ce fait, qui constitue l'une des bases de notre travail, à savoir, que *les matières minérales fixes contenues dans l'individu végétal qui vient de naître, et qui s'accroît à l'abri du contact des agents extérieurs, sont d'une tout autre nature que celles de l'individu qui a parcouru les diverses phases de sa végétation ;* les premières sont liées à l'organisation, les deuxièmes ne font pas partie de l'individualité organique.

36. Si maintenant nous recherchons les causes qui concourent à la répartition des matières minérales fixes dans les organes des plantes, nous verrons qu'elles découlent :

1° Des propriétés chimiques de ces mêmes matières;

2° Des fonctions vitales (respiration, assimilation, sécrétion);

3° De l'action évaporante de l'air et de la chaleur.

37. On sait que ce n'est qu'en mettant les substances solides

dans un état de dilution convenable, que les parties perméables des végétaux peuvent les admettre, et que, malgré les conditions favorables sous lesquelles elles sont naturellement offertes aux parties les plus déliées des racines, elles ne sont pas absorbées dans les mêmes rapports qu'elles existent dans l'eau du sol ; il fallait donc un agent spécial, propre à dissoudre en petite quantité à la fois, mais d'une manière continue, les éléments minéraux dans lesquels les racines végètent, l'acide carbonique. Les eaux pluviales, les engrais, les racines elles-mêmes, le fournissent aux milieux dans lesquels les plantes végètent ; les carbonates de chaux et de magnésie, d'insolubles qu'ils étaient, passent à l'état de bicarbonates et se dissolvent ; le phosphate de chaux se dissout sous l'action du même acide, et le sesquioxyde de fer, au contact des matières organiques en décomposition, se réduit en partie, passe à l'état de bicarbonate de protoxyde, et se dissout comme les sels dont il vient d'être parlé. Ces matières pénètrent le tissu des racines avec l'eau qui les dilue, mais cette sorte de filtration opère un premier départ qui a pour effet d'éliminer une partie des matières minérales dissoutes, de sorte qu'il se fait mécaniquement un premier dépôt de ces matières dans les principales voies d'absorption ; ce qui explique pourquoi les fibrilles sont de tous les organes des végétaux ceux qui, malgré leur peu de durée, recèlent les plus fortes proportions de substances minérales.

A mesure que le liquide pénètre les fibres du prosenchyme, ou circule dans les cellules, les bicarbonates de chaux, de magnésie et de fer, dont la stabilité est très faible, abandonnent une partie de l'acide qui les retenait dissous, et se déposent : aussi les trouve-t-on disséminés jusqu'au centre des axes ligneux les plus incrustés. D'ailleurs, ce qui semble prouver que le départ de l'excès d'acide carbonique d'une portion des bicarbonates au sein du végétal est dû à un acte d'assimilation, c'est l'abondance des carbonates calcaires et magnésiens dans le tissu des plantes submergées, tant cryptogames que phanérogames, qui n'ont d'autre ressource pour assimiler du carbone que celle qui leur est offerte par les bicarbonates alcalins, terreux et ferriques, que recèle l'eau dans laquelle elles végètent. En effet, les Corallines, les Ulves, les Charagnes,

les Potamogétons, la Renoncule aquatique, etc., plantes complétement submergées, ne peuvent avoir acquis ces sels par l'évaporation ou la décomposition spontanée des carbonates terreux, puisqu'elles n'évaporent pas ; c'est donc sous l'influence de la vie que ce départ et ces dépôts ont été opérés. A mesure que le liquide s'élève dans les feuilles et parcourt le pétiole et les nervures, les bicarbonates non encore décomposés, ainsi que les autres sels solubles plus fixes, se déposent en proportions plus considérables que dans les autres parties aériennes du végétal, parce que, aux causes que nous avons signalées, se joignent les effets de l'exhalation et de la transpiration aqueuses, qui, comme nous l'avons démontré, s'opèrent sur de larges proportions, qui décroissent du pétiole aux nervures, et de ces dernières au parenchyme et aux nervilles qui leur sont intermédiaires. Si donc on retrouve dans ces organes les matières minérales en rapport de quantité avec l'eau qu'ils ont évaporée, il faut admettre que l'évaporation et l'exhalation aqueuse, dont ces parties sont le siége, concourent à l'accumulation des matières minérales qu'elles recèlent.

38. Mais toutes les matières minérales absorbées n'ont pas une composition aussi fragile que celles dont nous venons de parler; les sulfates de potasse, de soude, de chaux, les chlorures et les carbonates alcalins, la silice, les azotates, etc., résistent plus à l'action des causes physiques et vitales que les précédentes, et, bien qu'introduites avec elles, leur répartition devait être différente. En effet, c'est dans les tiges herbacées, dans les feuilles, les péricarpes minces, les écorces, les épidermes, et principalement dans le pétiole et les nervures des feuilles, organes qui, tous, sont le siége d'une évaporation constante, qu'on les retrouve en plus fortes proportions, et, le plus ordinairement, sous la forme de cristaux.

Quant aux phosphates terreux et alcalins qui, à eux seuls, constituent les éléments minéraux des cendres du végétal pris dans son essence la plus pure, c'est-à-dire dans la graine, leur répartition suit celle de la matière azotée vivante dont ils font partie, et, si on les retrouve en petite proportion, unis aux matières minérales qui proviennent de l'incinération des axes ou des appendices des

végétaux qui ont atteint le terme de leur végétation, c'est, d'une part, parce que ces parties ne sont pas entièrement privées de matières vivantes, et que de l'autre une portion de ces sels a nécessairement dû échapper à l'assimilation.

39. Les causes qui font varier les quantités de matières minérales fixes dans le même organe pris à différents âges sont, si l'on se reporte aux exemples que nous avons cités, facilement saisissables. En effet, l'axe et l'appendice pris dans la graine et le bourgeon contiennent chacun des quantités déterminées et différentes de matières minérales fixes ; celles du premier décroissent relativement à sa masse, parce qu'il s'obstrue de dépôts incrustants à mesure qu'il s'accroît et vieillit, qu'il cède ses combinaisons phosphorées au profit des graines, et que, enfin, il n'exhale et n'évapore que très peu ; et cette décroissance est d'autant plus marquée, que cet axe a plus de tendance à la lignification ou à former des produits immédiats ou incrustants : aussi, quand cette tendance est nulle ou peu marquée, comme cela se remarque dans la plupart des plantes herbacées, aquatiques ou terrestres, ces mêmes axes accumulent leurs matières minérales en suivant la même progression que les feuilles, mais cette progression est moins marquée.

40. La formation des dépôts incrustants ou alibiles, tels que le sucre, la gomme, la pectine, la fécule, l'inuline, les matières grasses, huileuses, etc., sont les principales causes de la diminution des matières minérales dans certaines feuilles, et si, comme on peut le voir par les exemples qui suivent, on soustrait les matières alibiles emmagasinées dans les cotylédons ou le périsperme des graines, et qu'on soumette le tissu restant à l'incinération, on retrouve une somme de matières minérales fixes sensiblement égale à celle que fournissent leurs tissus naissants.

1° Graines à cotylédons ou à périsperme huileux.

GRAINES DE	Eau.	Huile.	Matières organiques.	Matières minérales.	Matières minérales contenues dans 100 parties de matières organiques.
Brassica campestris (hiver).	6,00	40,00	50,00	4,00	7,607
Brassica campestris (print.).	8,00	37,00	51,00	4,00	7,272
Papaver somniferum.	14,00	41,00	38,00	7,00	15,568
Myagrum sativum.	14,00	31,00	51,00	4,00	7,272
Sinapis nigra.	7,00	30,00	58,00	5,00	7,986
Linum usitatissimum. . . .	9,00	37,00	50,00	4,00	7,407

2° Graines à cotylédons ou à périsperme féculents.

GRAINES DE	Eau, amidon, sucre, dextrine, graisse, etc.	Matières organiques.	Matières minérales.	Matières minérales contenues dans 100 parties de matières organiques.
Faba equina.	59,00	38,00	3,00	7,317
Faba vulgaris.	61,00	36,00	3,00	7,691
Pisum sativum.	64,00	33,00	3,00	8,333
Vicia sativa.	63,40	34,00	2,60	7,146
Endosperme du froment. . .	83,00	15,80	1,20	7,023
Endosperme du maïs.	84,00	14,70	1,30	8,120

41. En dehors des causes principales qui concourent à la distribution des matières minérales des plantes, il en existe d'autres moins accessibles à nos moyens d'investigation : ce sont celles qui résultent des fonctions sécrétoires, ou de la combinaison des principes immédiats élaborés par l'organe, lesquels s'unissent soit pendant leur élaboration, soit postérieurement, aux matières minérales fixes avec lesquelles on les retrouve combinés.

Pour ne citer que quelques exemples, nous rappellerons que les feuilles du *Saxifraga longifolia* se recouvrent, principalement sur leurs bords, de concrétions entièrement composées de carbonates

de chaux et de magnésie. Cette matière est le produit d'une sécrétion opérée par l'épiderme, et plus spécialement par les glandes qui résultent de l'union des cellules piliformes qui bordent les feuilles de cette plante. Les concrétions calcaires des Corallines, des Charagnes, les matières siliceuses et calcaires si abondantes dans les épispermes des *Lithospermum*, le carbonate de chaux qui forme les noyaux des Celtis, les concrétions siliceuses des Bambous, etc., doivent être attribués à cette même fonction, et il doit en être de même, suivant nous, des combinaisons qui résultent de l'union des acides organiques, ou des matières qui en jouent le rôle avec les bases alcalines ou terreuses, sécrétions que les recherches successives de Meyen, de Mirbel et de M. Payen nous ont fait connaître sous le double point de vue de leur localisation et de leur composition.

§ XI.

Des procédés suivis pour la récolte, le choix, la dessiccation, la carbonisation des organes et l'analyse de leurs cendres.

42. La récolte des organes, faite dans les conditions et à l'aide des moyens qui ont été indiqués, a quelquefois nécessité des opérations préliminaires qui avaient besoin d'être conduites avec quelques précautions, afin d'éviter le mélange de matières minérales de plusieurs organes contigus : c'est ainsi que, pour la récolte des cotylédons, du périsperme et de l'axe embryonnaire, nous avons dû placer les graines et les caryopses dans une atmosphère convenablement saturée de vapeur aqueuse, de manière à ramollir ces diverses parties, et pouvoir les isoler les unes des autres sans les baigner dans l'eau. Les jeunes axes et les feuilles naissantes des bourgeons ont été isolés les uns d'avec les autres, en prenant le soin d'enlever les écailles et les feuilles les plus externes de ces parties des plantes, pour ne recueillir que les portions les plus centrales, et les choisir, autant que possible, dans des conditions analogues à celles où se trouvent l'axe embryonnaire et la gemmule dans la graine. Les organes ainsi choisis et isolés étaient séchés à l'air libre, réduits en poudre grossière dans un moulin à noix,

puis séchés à l'air à 100 degrés au bain d'eau, et pesés en sortant de l'étuve. La carbonisation, opérée dans un creuset d'argent muni de son couvercle, a été obtenue à l'aide d'une température inférieure au rouge sombre, et l'incinération a été effectuée dans une capsule de platine évasée, tapissée intérieurement d'une calotte de fils de platine à mailles serrées, sur laquelle la matière carbonisée était déposée et chauffée au rouge sombre seulement apparent à l'obscurité; dans ces conditions, l'incinération s'est en général opérée rapidement : la cendre a toujours été pesée chaude.

Les matières minérales fournies par les diverses parties de l'embryon, les radicules, les axes et les portions appendiculaires les plus intérieures des jeunes bourgeons, la couche génératrice, la moelle très jeune, etc., ont constamment retenu des traces impondérables de charbon qui leur donnaient une teinte légèrement grise.

L'analyse quantitative des cendres a été opérée par la méthode suivante, qui est, à de légères modifications près, celle indiquée par le docteur Fresenius :

1° 4 à 6 grammes de cendres étaient introduits avec cinq fois leur poids d'eau distillée dans un petit ballon muni de deux tubes : l'un, effilé à sa partie inférieure et fermé supérieurement à l'aide d'un bouchon, contenait de l'acide chlorhydrique dilué; l'autre, coudé et empli de chlorure de calcium granuleux. Le tout était placé sur une balance et taré, puis l'acide chlorhydrique était mis graduellement en contact avec le mélange, en débouchant le tube qui le recélait; l'effervescence terminée, le ballon était chauffé à 25 degrés centigrades, puis refroidi et renouvelé d'air par aspiration : la différence de poids, ou perte éprouvée par l'appareil, représentait l'acide carbonique contenu dans la cendre.

Dosage de la silice. — Le liquide acide contenu dans le ballon était soigneusement recueilli et évaporé dans une capsule de porcelaine, en opérant à l'aide du bain-marie. Le résidu était traité de nouveau par l'acide chlorhydrique concentré, chauffé pendant cinq minutes, et évaporé de nouveau à sec, puis chauffé à 100 degrés; il était ensuite mis en digestion durant une heure avec une nouvelle quantité d'acide chlorhydrique concentré, et

tout était après étendu d'eau distillée chaude ; la silice était ensuite séparée et séchée à 210 degrés : l'acide silicique ainsi séparé se dissolvait complétement dans une solution de potasse caustique concentrée.

La liqueur acide, d'où les acides carbonique et silicique avaient été séparés, était divisée en trois parties égales.

Dosage du phosphate et de l'oxyde de fer. — 1° La portion de liqueur n° 1 était sursaturée d'ammoniaque, puis additionnée d'acétate de soude et d'acide acétique, de manière à donner au liquide une réaction franchement acide, et dissoudre tous les phosphates calcique et magnésique. Le liquide était chauffé doucement, et le précipité blanc jaunâtre qui se séparait était lavé à l'eau chaude, séché, calciné et pesé ; son poids donnait celui de l'oxyde de fer uni à l'acide phosphorique. Quand la liqueur retenait de l'oxyde de fer, elle était additionnée d'ammoniaque qui le précipitait ; il était alors lavé, séché et pesé à part.

Dosage de la chaux. — Les liqueurs provenant de l'opération précédente étaient réunies, acidulées par de l'acide acétique et additionnées chaudes d'un excès d'oxalate d'ammoniaque. Après un repos de quatre à cinq heures, le précipité était recueilli, lavé et calciné au rouge sombre ; s'il se montrait un peu alcalin, il était chauffé avec précaution avec du carbonate d'ammoniaque. Le poids du carbonate de chaux donnait celui de cette base.

Dosage de la magnésie et de l'acide phosphorique. — Les liqueurs d'où la chaux avait été séparée étaient divisées en deux parties égales : l'une de ces parties était additionnée d'ammoniaque et de sulfate de magnésie, qui formait du phosphate ammoniaco-magnésien, d'où l'acide phosphorique était dosé ; l'autre était additionnée de phosphate de soude et d'ammoniaque, et précipitait encore du phosphate ammoniaco-magnésien qui servait à doser la magnésie.

Dosage de la potasse et de la soude. — Dans la deuxième portion de liqueur acide, de l'eau de baryte ajoutée en excès, le liquide étant chaud, précipitait les acides phosphorique, sulfurique, l'oxyde de fer, l'oxyde de magnésium, etc. ; le précipité était lavé, les eaux de lavage réunies à la liqueur, et traitées par du carbonate d'ammo-

niaque et de l'ammoniaque, pour enlever l'excès de baryte. Le liquide était, après filtration, évaporé, calciné et pesé.

Le résidu, composé de chlorures alcalins, dissous dans l'eau en état de concentration, était traité par le chlorure de platine qui précipitait la potasse. Le chloro-platinate était lavé à l'alcool à 76 degrés, séché et pesé ; de son poids on déduisait la potasse. Les quantités de chlore et de potasse trouvées, alors que nous soupçonnions la présence de la soude, servaient à doser cette dernière.

Dosage de l'acide sulfurique. — Une troisième partie de solution était précipitée par le chlorure de baryum, et le précipité, lavé à l'aide d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, était calciné.

Dosage du chlore. — Une deuxième portion de cendres était épuisée par l'eau additionnée d'acide azotique, et la liqueur était précipitée par l'azotate d'argent. Le précipité, lavé à l'acide azotique très dilué et calciné, donnait le poids du chlore.

DEUXIÈME PARTIE.

I. — Fonctions de la matière azotée des plantes.

1. Les recherches nombreuses dont les éléments organiques des plantes ont, dans ces derniers temps, été l'objet, en faisant mieux connaître leur texture, leur composition et leurs relations intimes, ont permis à plusieurs botanistes d'établir diverses théories sur leur évolution et leurs fonctions. Mais la physiologie des plantes, comme celle des animaux, étant subordonnée à leurs organismes, et, ces derniers étant eux-mêmes loin d'être complétement connus, il en résulte que chaque découverte apportée dans leur organisation peut entraîner avec elle une interprétation nouvelle d'une partie de leurs mécanismes physiologiques.

2. La cellule, regardée par beaucoup de botanistes comme le premier-né de l'organisation végétale, serait un être presque indépendant, formé d'une membrane close de toutes parts, susceptible de s'accroître, de se multiplier, d'absorber et de transmettre par

endosmose les matériaux ambiants destinés à la nourrir. *Cette définition, vraie dans tous ses termes, quand on en fait l'examen avec le secours de moyens amplifiants trop faibles ou trop puissants, ou que l'on expérimente sur la matière morte, ne saurait lui être entièrement applicable quand on l'examine à l'aide de grossissements appropriés, et qu'on l'étudie en tant qu'organisme vivant.* Car il devient possible alors de se convaincre qu'elle n'est pas aussi simple dans sa texture qu'on avait cru le reconnaître, et aussi indépendante qu'on l'avait présumé alors qu'elle concourt à la formation d'un tissu. Mais bien que partout où elle existe isolée ou agrégée, son organisation essentielle soit toujours la même, il faut, pour la pénétrer plus aisément, s'attacher aux parties des végétaux qui sont le siége actuel d'une végétation marquée, exemptes de sécrétions intra-cellulaires, et chez lesquelles la cellulose et les matières incrustantes n'ont pas encore formé d'épaississements toujours nuisibles quand on veut faire un examen approfondi de sa cavité.

3. Si l'on prend une lame de tissu assez mince pour qu'elle ne soit formée que de l'épaisseur d'une ou au plus de deux cellules superposées, conditions faciles à réaliser dans les poils, le tissu des spongioles, du limbe des feuilles charnues, les jeunes épidermes, la moelle, le parenchyme des jeunes pétioles, des fruits, etc., et qu'on l'examine humide, à une température de 20 à 25 degrés, le microscope fait bientôt découvrir dans chacune des cellules un petit conglomérat souvent d'apparence granuleuse, qui se voit appliqué contre la paroi intérieure. Tel est le petit corps que M. Robert Brown a désigné sous le nom de *nucléus*, et qu'il regarde, avec MM. Schleiden et Hugo Mohl, comme ayant préexisté à la formation de la paroi cellulaire, et que ces savants considèrent, en outre, avec MM. Schultz, Slack et Meyen, comme étant formé par la réunion plus ou moins intime de petits granules azotés.

Mais ce petit organe n'est pas entièrement formé par la réunion de granules agglomérés, et l'on serait facilement trompé dans les recherches que l'on entreprendrait pour le reconnaître, si l'on comptait toujours le rencontrer sous l'aspect qui vient d'être

signalé ; car, dans la plupart des poils simples des plantes herbacées, les épidermes et presque tous les jeunes tissus, il se montre le plus ordinairement sous l'apparence d'un globule opalin, de volume variable, et réfractant la lumière à la manière des matières grasses. Il y a plus, avec une forme souvent très irrégulière, il se présente fréquemment dans les cellules sous-épidermiques des feuilles, infiltré de chlorophylle, avec quelques granules à son centre ; ailleurs, tel que dans les jeunes cellules, le pollen en voie d'accroissement, il paraît formé de flocons lâchement unis en sphères irrégulières, tandis que dans les cellules des jeunes *Chara*, de l'*Hydrocharis morsus ranæ*, du *Stratiotes aloides*, du *Caulinia fragilis*, du *Sagittaria sagittifolia*, des poils des jeunes pousses du *Borrago officinalis*, de l'épiderme des pétioles des jeunes *Arum*, etc., il n'est plus représenté que par des flaques visqueuses sans formes déterminées. Organe essentiellement variable, le *nucléus* ne pouvait manquer de faire naître les opinions les plus divergentes sur sa nature, son origine et ses fonctions, et l'on ne dirait rien que d'exact en avançant qu'il n'est pas deux botanistes qui soient complétement d'accord sur sa composition ou sur le rôle qu'il est appelé à remplir. Mais si ce corps est susceptible de prendre des apparences diverses, celle sous laquelle il se montre le plus ordinairement le rapproche d'un sphéroïde semblable à un globule de mucus, au centre duquel seraient réunis quelques granules demi-transparents et assez mous pour adhérer faiblement entre eux. Or, la présence de la matière granuleuse au centre de cet organe devait suggérer l'idée que la surface pourrait bien être limitée par une pellicule membraneuse, et des recherches faites dans ce sens me prouvèrent que cette supposition était fondée ; car il suffit, pour mettre les faits en évidence dans l'épiderme du *Tradescantia virginica*, de traiter la lame de tissu en observation par une goutte d'ammoniaque liquide à 12 degrés, pour que l'on voie disparaître le petit conglomérat intérieur, tandis qu'il persiste un disque membraniforme, qui n'est autre chose que la poche aplatie dans laquelle les granules étaient contenus. Mais cette pellicule, molle, est d'une transparence si grande et tellement mince, qu'il devient quelquefois très difficile de la distinguer nettement

dans ses contours, surtout si, comme cela arrive assez fréquemment, elle se trouve appliquée contre la paroi cellulaire.

4° Si, au lieu de s'adresser à l'épiderme, qui toujours, du reste, doit être d'une grande transparence, on fait choix de parties plus aqueuses, telles que les jeunes fibres radicales, les spongioles, la tige des plantes grasses encore jeune, les pétales, etc., l'étude de cet organe devient plus facile, car alors le dépôt granuleux est moins abondant, de sorte que l'on aperçoit plus distinctement la petite poche membraniforme, hyaline, qui le contient baigné dans un liquide, dont le pouvoir réfringent paraît être un peu plus grand que celui que contient la cavité cellulaire. En soumettant la préparation à l'action d'un acide affaibli ou de l'alcool à 86 degrés, on voit bientôt la petite poche se contracter, se crisper, chasser une partie du liquide qu'elle contient, et se réduire au tiers ou au quart de son volume primitif. Si, dans cet état, on humecte le tissu avec un peu d'ammoniaque liquide à 12 degrés, la petite poche reprend sa forme primitive ; seulement elle présente un peu plus d'ampleur qu'auparavant, et elle est devenue un peu moins transparente, soit qu'elle ait été un peu altérée par l'action des réactifs, soit parce que la nature du liquide qu'elle contient se trouve modifiée par la présence des mêmes agents. Choisit-on pour sujet d'observation les fleurs de l'Éphémère, au moment où elles commencent à se flétrir, époque à laquelle la matière colorante a pu s'épancher dans la cavité cellulaire, on peut, en humectant la préparation d'acide chlorhydrique très dilué, étudier avec plus de précision encore sa forme et ses caractères chimiques ; la matière qui le constitue, étant facilement pénétrée par la substance colorante, en est plus fortement imprégnée que la coque cellulosienne, vire au rouge intense, et se crispe, pour reparaître sous les yeux de l'observateur avec une teinte verdâtre et une ampleur un peu plus grande, par la saturation de l'acide à l'aide de l'ammoniaque ou de toute autre base soluble employée en léger excès. Enfin on peut, en suivant le lambeau de tissu sur ces bords, et le comprimant légèrement sous le verre qui le recouvre, faire sortir quelquefois de ces petits organismes hors des cellules qui ont été ouvertes, et s'assurer qu'ils diffèrent à peine dans leur forme et leur nature

des globules muqueux. Ajoutons que, si, pendant que ce petit corps est sous l'influence de l'acide, on l'examine avec soin, on reconnaît que son centre est occupé par les granules fortement condensés en une petite masse d'un rouge plus foncé que la paroi plus molle qui les renferme, et sur laquelle ils ne s'appliquent que par un seul point. D'après ces faits, il est déjà aisé de reconnaître que le nucléus n'est pas seulement composé de particules adhérentes entre elles, comme MM. Robert Brown, Slack, Schultz, etc., le supposaient, mais bien d'une cavité limitée par une matière albuminoïde, molle, membraniforme, dans laquelle sont contenus des granules et un liquide, matière membraniforme et granules que l'addition d'un acide condense à des degrés différents.

Quand on a fait l'étude de cet état particulier du nucléus, dans les tissus dont les cellules présentent un diamètre suffisant et des parois assez transparentes, qu'on a pu se faire une idée juste de ce qu'il est, on peut, sans le secours de réactifs, le reconnaître et l'étudier, même dans la majorité des plantes, et dans presque toutes leurs parties actuellement vivantes et transparentes. Mais il est plus aisé, si l'on veut seulement constater sa présence, de recourir à une solution faible d'iodure de potassium ioduré qui ne tarde pas à le teindre en jaune pâle, puis en brun. Toutefois il est bon de prévenir que ce réactif n'agit pas dans toutes les plantes ou leurs parties avec la même intensité, que la coloration qu'il produit se fait attendre plus ou moins longtemps, et semble se trouver en rapport avec le degré d'élaboration du liquide cellulaire et la quantité de granules azotés contenus dans l'enveloppe membraniforme. Jusqu'ici ce petit corps a été considéré comme un globule à peu près sphérique, mais cette forme n'est pas toujours celle qu'il présente, quoiqu'elle se montre la plus répandue, quand le liquide qu'il renferme le tient dans un état de plénitude, ce qui arrive dans les parties des plantes gorgées d'une grande quantité d'eau. Mais quand sa cavité est moins pleine, ou quand il est en mouvement, il devient tantôt comme ridé (*Erodium moschatum*), ou à la fois ridé et mamelonné (*Salvia Sclarea*), et très irrégulier dans ses contours.

Quant au volume qu'il est susceptible d'acquérir, il est très

pas possible de les amener tous à la fois au foyer de la lentille, et qu'ils subissent pendant l'examen des changements de rapports et de dimensions qui empêchent de les distinguer tous nettement les uns des autres. Ces canaux irradient ordinairement du nucléus pour se porter à la périphérie interne de la paroi cellulaire. Les uns, dans leur trajet, diminuent un peu de calibre ; les autres traversent la cellule en conservant une largeur uniforme, et presque tous s'anastomosent fréquemment, soit directement, soit à l'aide des branches qu'ils émettent : il en résulte un réseau qui varie suivant chaque cellule, et qui se voit tantôt suspendu dans la cavité cellulaire, tantôt appliqué en partie contre ses parois. Il arrive aussi que là où des canaux s'anastomosent, il en résulte assez souvent un élargissement assez grand qui représente l'image d'un deuxième nucléus qui fonctionne comme le premier, c'est-à-dire qu'il devient le centre où convergent un certain nombre de courants. Avant de suivre ces canaux dans la paroi cellulaire, nous rappellerons quelques-uns de leurs principaux caractères physiques et chimiques. Ils se présentent sous l'aspect de filaments minces, extensibles, d'une très grande transparence ; la matière dans laquelle ils se constituent a l'aspect d'un mucus visqueux, et ne paraît différer que par une consistance plus grande de celle qui compose les petites flaques mouvantes, qui exécutent leurs mouvements rotatoires dans les jeunes cellules du *Nitella flexilis*, des *Chara*, dans celles des poils de l'*Hydrocharis Morsus ranæ*, du pétiole du *Sagittaria sagittifolia*, etc. Quand on n'est pas exercé à leur recherche, on éprouve, en raison de leur grande transparence, quelques difficultés pour les découvrir, surtout quand on veut les examiner dans les tissus très aqueux où leur pouvoir réfringent est à peine différent de celui du liquide qui les baigne. L'alcool à 86 degrés, en agissant sur eux, diminue un peu leur transparence, en même temps qu'il les contracte, comme il le fait des matières animalisées ; si son action se continue, il n'est pas rare de voir quelques-uns de ceux qui sont fortement distendus se rompre et se pelotonner en se retirant vers le nucléus, ou sur la paroi cellulaire, si la rupture s'est faite près du nucléus, ce qui est plus rare.

L'acide chlorhydrique les contracte également, en diminuant un peu leur limpidité ; l'azotate acide de bioxyde de mercure les contracte de la même manière, en leur communiquant la teinte rosée qu'il occasionne sur toutes les matières albuminoïdes. L'ammoniaque liquide et les autres bases solubles affaiblies produisent un effet contraire ; elles leur donnent de l'ampleur, et tendent à les dissoudre. D'après ces caractères, on voit que la nature de ces canaux se rapproche de celle de l'albumine, elle est la même que celle du nucléus, et il serait en effet, même sans l'emploi des réactifs, difficile de concevoir qu'elle pût être différente.

Il serait peut-être à propos de parler ici des causes internes qui modifient sans cesse le calibre, l'aspect et les rapports de ces canaux ; mais il est plus utile de le faire dans la deuxième partie de cet écrit, afin d'éviter les redites.

Jusqu'ici il n'a été question que de la portion de cet appareil qui se voit libre dans la cavité cellulaire, nous allons le suivre dans la paroi ; mais pour retracer plus exactement les rapports qu'il affecte, il est important de rappeler quelques faits relatifs à cette dernière.

Dès l'année 1836, M. Girou de Buzareingues avait cru reconnaître que, à part les épaississements de la membrane externe, la cellule était composée de deux membranes distinctes contenues l'une dans l'autre ; plus tard, M. Harting s'est occupé de ce sujet et a spécialement étudié l'action de quelques agents chimiques sur celle de ces membranes qui circonscrit la cavité cellulaire, et sur deux autres couches qui, d'après ce savant, se déposent à sa face externe ; et il reconnut ce que nos propres recherches nous avaient appris, que la membrane interne, qu'il nomme *ptychode*, se comporte vis-à-vis de l'iode, de l'alcool et des acides, comme le nucléus. M. Hugo Mohl s'occupa de ce sujet avec son habileté ordinaire, et ses recherches vinrent témoigner que cette membrane, qu'il nomme *primordiale*, se rencontre dans toutes les cellules qui ne sont pas trop âgées ou épaissies par les dépôts des matières incrustantes. Enfin M. Harting, en 1846, reconnut que la membrane interne de la cellule adhère faiblement à la paroi externe, ce qui est, du reste, d'une constatation facile. A l'époque

où je fis l'étude de cette couche membraniforme (1845), j'ignorais une partie des travaux dont elle avait été l'objet, et c'est en poursuivant l'examen du nucléus et des canaux cellulaires, qu'il m'a été donné de constater aussi son existence dans toutes les cellules en voie d'accroissement, ainsi que dans celles qui ont achevé leur croissance, et qui ne sont pas trop fortement pénétrées de dépôts incrustants. .

Cette membrane, étant immédiatement appliquée contre la paroi cellulaire, ne saurait être aperçue sans le secours de réactifs, tant qu'elle conserve ses rapports normaux. Mais l'iodure de potassium ioduré la colore en jaune plus ou moins foncé, comme le nucléus et les processus qui en émanent; elle se colore en rose de la même manière sous l'action de l'azotate acide de bioxyde de mercure, se contracte sous celle des acides et de l'alcool, de telle manière qu'elle ne semble pas distincte, par sa nature, de la substance du nucléus et des processus qui la relient à cette membrane. Quand elle a été détachée de la paroi à l'aide de l'alcool à 86 degrés, elle se présente sous la forme d'un sac léger, flexueux, d'une extrême finesse et sans texture appréciable; *mais il n'en est plus de même si on l'examine sans le secours des réactifs dans les cellules des poils transparents de l'Orvale*, où elle peut se détacher sur quelques-uns de ses points seulement d'une manière spontanée, et il suffit pour cela de les laisser se flétrir un peu, en plaçant le rameau qui les porte dans une atmosphère un peu humide, telle que celle qui se trouve à l'entrée d'une cave. Dans cet état, les rapports de cette membrane étant peu changés et sa vitalité n'étant pas encore détruite, il devient plus facile de l'étudier, et l'on est bientôt à même de constater, de la manière la plus visible, qu'elle est sillonnée de petits canaux qui se constituent dans sa substance, canaux dont les plus volumineux se dirigent appliqués à sa face interne, et dont les plus déliés forment dans son épaisseur un réseau anastomotique à mailles très rapprochées. Au reste, il n'est pas nécessaire, dans les cellules de la partie de la plante qui vient d'être citée, d'attendre que cette membrane se détache partiellement de la paroi contre laquelle elle s'applique; cette constatation, alors qu'on est prévenu, se fait également bien

pendant qu'elle conserve ses rapports normaux. Alors que la membrane primordiale est partiellement décollée de la paroi cellulaire, si l'on examine avec beaucoup d'attention les petits espaces qu'elle laisse entre elle et cette paroi, dans les points où elle ne s'est que très faiblement détachée, paroi qui, dans ces poils, paraît être uniquement représentée par une très faible couche de cellulose et la cuticule, on pourra reconnaître quelques filaments très ténus implantés dans cette paroi, et si, pendant que l'on fait cette constatation, on éloigne un peu cette même paroi, de telle manière qu'elle soit portée un peu au delà du foyer de l'instrument, on aperçoit encore ces filaments former des lignes saillantes et plus éclairées que le reste de la paroi cellulaire, effet qui n'aurait pas lieu s'ils étaient situés dans la portion décollée de la membrane primordiale. Ce dernier fait, si je ne me suis pas trompé, laisse pressentir l'origine des matériaux de la cuticule (1), qui, en raison de sa composition, ne peut guère les recevoir de la coque cellulosienne, en quelque sorte inerte, sur laquelle elle est appliquée. Cependant, si je dépose ici mon opinion, je dois aussi m'empresser de reconnaître qu'elle ne constitue pas une conviction, puisque l'observation des faits qu'il m'a été donné de faire se borne à la pénétration des processus dans la coque cellulosienne ; d'après cela, il est naturel d'admettre que, puisque les processus qui émanent du nucléus se divisent pour former le réseau anastomotique de la membrane primordiale, une partie de ce dernier pénètre jusque sous la cuticule ou très près d'elle, et que ce n'est que par la rupture de quelques-unes de ses mailles que la membrane primordiale se détache de la paroi contre laquelle elle est appliquée.

Il vient d'être dit que les canaux qui, d'ordinaire, irradient du nucléus pour se porter à la paroi cellulaire, se divisent en canaux plus petits dans la membrane primordiale : mais tous ne se comportent pas ainsi ; il en est quelquefois, et souvent des plus volu-

(1) Nous avons reconnu, dès 1849 (*Ann. des sciences naturelles*, 1850), que la cuticule constitue un principe immédiat particulier, la *cuticulose*, nom admis dans la science et préférable à celui de *cutine*, qu'on a proposé de lui substituer.

mineux, qui, au lieu de s'arrêter à cette paroi, la pénètrent de part en part pour s'anastomoser avec d'autres canaux semblables, émanant des nucléus des cellules voisines, fait dont il est possible de s'assurer en fixant avec précaution un faible lambeau d'épiderme de la fleur de l'Éphémère des jardins sur une lame de verre, et le laissant sécher à demi pour le faire adhérer, puis le brossant ensuite à l'aide d'un pinceau de cheveux imprégné d'ammoniaque faible qui finit par détacher la cuticule. On distingue alors un réseau visqueux qui fait communiquer toutes les cellules de l'épiderme entre elles, et ressemble assez bien au réseau des laticifères à mailles régulières. Dans cette recherche, il arrive fréquemment que l'on entraîne avec la cuticule une portion du réseau que l'on cherche à conserver intact; et ce fait semble confirmer ce que nous avancions tout à l'heure, à savoir, que les processus envoient leurs prolongements jusqu'à la cuticule, car, sans cela, on ne concevrait pas comment ils peuvent être entraînés par elle, alors qu'on la détache des cellules à parois très molles qu'elle recouvre. *La communication des processus à travers la paroi des cellules a son importance physiologique*, car elle explique comment la matière animale vivante qui les constitue peut se répartir dans les diverses parties d'une même plante, et se déloger des cellules à-mesure qu'elles vieillissent, pour se porter ailleurs et principalement à la périphérie, pour constituer les jeunes cellules où, comme on le sait, cette matière abonde.

II. — De la circulation.

La circulation intra-cellulaire, observée par Corti, et étudiée depuis par MM. Treviranus, Amici, R. Brown, Schultz, Raspail, Meyen, Slack, Pouchet, Dutrochet, Schleiden, Steinheil, Becquerel, Dujardin, Schacht, Trécul, Hugo Mohl, etc., dans un petit nombre de plantes, est encore aujourd'hui généralement regardée comme un simple mouvement rotatoire borné à quelques végétaux seulement. Mais la présence constante dans les cellules en voie d'accroissement d'une matière azotée vivante, les modifications de formes diverses qu'elle affecte, les mouvements vitaux dont elle

est animée, et que nous allons exposer en détail, montreront au moins, je l'espère, que cette circulation n'est pas toujours une simple rotation, et qu'elle est aussi générale que la cellule. Toutes les plantes ou leurs parties, chez lesquelles le nucléus et ses annexes se découvrent avec facilité, sont propres à étudier les mouvements vermiculaires de la circulation intra-cellulaire, et il suffit d'examiner un poil, une lame mince de tissu dans les conditions précédemment indiquées, pour reconnaître ce beau phénomène. Mais l'une des plantes dans lesquelles il se montre avec le plus de variétés, est l'Orvale. Cette Labiée vigoureuse se couvre sur toute sa surface, et principalement sur ses jeunes mérithalles, de poils volumineux, d'une belle transparence, formés de trois à cinq cellules ajustées bout à bout, et dont les diaphragmes contigus sont d'une limpidité parfaite. Si l'on fait choix de cette plante, et qu'on observe sous l'eau un petit lambeau d'épiderme recouvert de ses poils, on reconnaît bientôt dans ceux de ces derniers qui débordent la lame de tissu les canaux dans lesquels se fait la circulation ; et, en suivant attentivement leurs trajets de la périphérie, ou de tout autre point, au centre occupé par le nucléus, on voit les granules qu'ils contiennent ruisseler pour aboutir à ce point, et quelques-uns de ces granules se heurter alternativement sur les parties latérales et opposées de ces canaux dans lesquels ils circulent. La vitesse avec laquelle ces courants s'effectue est augmentée par la chaleur et varie dans chaque canal ; elle est presque nulle à 10 degrés, et marquée entre 25 à 30 degrés. Les granules d'un courant traversent quelquefois la moitié du diamètre longitudinal d'un canal dans quelques secondes, tandis que ceux de certains autres emploient souvent plusieurs minutes pour parcourir le même trajet ; dans d'autres la circulation est momentanément arrêtée, et quelquefois, dans ceux où elle a lieu, elle s'arrête instantanément. Tous ces courants centripètes se voient également dans les canaux dont on distingue les anastomoses et dans ceux où l'on n'en distingue pas ; et pendant qu'ils ont lieu, ces mêmes canaux sont, les uns tendus comme des fils roides, les autres plus lâches et plus volumineux. La première fois que j'observai ces courants, je songeais peu à remonter aux causes qui leur communiquent le

mouvement, et je m'en serais tenu peut-être à la simple constatation du fait, si cette cause ne fût venue d'elle-même attirer mon attention, et cette cause est la contraction. A la vue de cet étrange phénomène, que je contemplai longtemps avec cette curiosité inquiète qu'engendrent les choses surprenantes et complétement inattendues, je cherchai à l'attribuer à quelque illusion; mais force fut bien de céder à l'évidence, quand l'expérience, répétée cinq cents fois depuis dix ans sur cette plante et beaucoup d'autres, m'eut montré les mêmes résultats. Les contractions des canaux se font ordinairement de proche en proche, de telle manière que le fluide granuleux se trouve graduellement poussé, à mesure que la contraction d'un même canal se continue, et forme au devant de la partie qui se contracte une ampoule plus ou moins volumineuse qui continue à marcher jusqu'au nucléus, au bord duquel elle s'arrête souvent, jusqu'à ce qu'elle ait fait corps avec lui. Dans leur progression vers le nucléus, ces portions renflées sont souvent retardées dans leur marche par des points anastomotiques, et elles ne l'atteignent alors qu'après s'être portées en haut, en bas, de côté, etc., suivant la disposition des parties anastomosées; pendant que ces contractions ont lieu, le canal, aminci en arrière et très dilaté en avant, semble s'étendre et fluer dans quelques cas en formant des plissements qui s'accumulent près du nucléus. On pourrait croire, au premier abord, que, comme cela se présente dans la plupart des processus filamenteux des poils de la Courge et dans ceux des cellules encore très jeunes, la matière membraniforme, molle, très extensible, est une matière visqueuse qui se porte d'elle-même vers le nucléus. Mais si l'on observe un canal dirigé parallèlement à l'axe de la cellule, portant un rameau anastomotique qui lui soit perpendiculaire, on voit ce dernier graduellement poussé vers le nucléus, former un angle de plus en plus aigu, et quand le relâchement s'effectue, ce qui a lieu lentement, on le voit aussi revenir, ou à peu près, dans ses premiers rapports, et former de nouveau un angle droit avec le canal auquel il communique.

Cependant, en citant cet exemple, *je n'entends pas dire que les canaux conservent une fixité permanente, ce qui serait contraire à*

la réalité, puisque nous savons que la matière animale dans laquelle ils se constituent est susceptible de se mouvoir et de se déplacer. Meyen, observateur distingué, paraît avoir le premier aperçu une partie des mouvements qui s'exécutent dans la matière vivante des cellules ; mais ses conclusions témoignent qu'il ne les a observés qu'en se plaçant dans des conditions peu favorables, car il les prend tous comme résultant des courants de la matière mucilagineuse intra-cellulaire qui se confondent et se séparent successivement. Mais il n'est pas douteux que ce savant les eût mieux décrits s'il lui fût venu à l'idée de persévérer dans l'examen de ce qu'il voyait, en variant les sujets et les conditions d'observation ; car alors il eût pu se convaincre que la plupart de ces courants sont de véritables canaux qui se contractent, et dans lesquels circulent de nombreux granules, avec une vitesse plus grande que les mouvements centripètes de la matière molle qui les constitue, dernier fait qui n'aurait pas lieu s'ils étaient entraînés avec cette matière; d'ailleurs il eût pu voir aussi ces petits granules circuler dans quelques canaux tendus et complétement immobiles, dont le contenu reçoit son impulsion des contractions éloignées de canaux communicants. M. Hugo Mohl a certainement vu quelques-uns des faits que je signale, car il reconnut l'existence de petits canaux dans la matière animale intra-cellulaire, qu'il désigne sous le nom de *protoplasma*, et M. Slack, tout en niant l'existence de canaux dans certaines cellules, dit, de son côté, au sujet de la circulation dans les cellules de l'*Hydrocharis Morsus ranæ* : « Les petits globules suivent les gros, et quelquefois un des globules verts traverse la cellule dans un courant de particules plus petites, passant forcément à travers un canal qui a peine à les admettre. » Les canaux qui se constituent dans la matière azotée animale d'une cellule ne se contractent pas toujours graduellement; il n'est pas rare d'en voir plusieurs chasser à la fois, par un mouvement assez brusque, le fluide granuleux qu'ils contiennent : dans ce cas, ces canaux se distendent insensiblement, et, pendant que le fluide qu'ils doivent chasser en se contractant afflue dans leur intérieur, on les voit souvent changer de rapports, et se ballotter comme des cordes mal tendues, jusqu'à ce qu'ils soient devenus plus roides

variable, mais il se trouve assez généralement en rapport avec celui des cellules, quand elles sont arrivées au terme de leur accroissement ou un peu avant cette époque.

C'est ainsi qu'on le trouve très développé chez les *Liliacées*, les *Commélinées*, les *Orchidées*, les *Cactées*, les *Crassulacées*, les *Aroïdées*, la plupart des *Chénopodées*, des *Solanées*, et dans les parties charnues de toutes les plantes, telles que les fruits des *Rosacées*, des *Rhamnées*, des *Ampélidées*, des *Grossulariées*, etc., qui présentent généralement des cellules volumineuses; et qu'il l'est peu dans la plupart des *Graminées*, des *Apocynées*, des *Amentacées*, des *Jasminées*, dont les cellules n'offrent souvent qu'une petite dimension.

Ce volume, comparé à celui de la cellule prise dans le jeune âge, est proportionnellement très grand, ainsi qu'on peut s'en assurer dans l'épiderme de la fleur non épanouie de l'*Helleborus niger*, les jeunes mérithalles, les spongioles, les feuilles, les fleurs et le pollen en voie d'accroissement, et ce volume est tel, qu'il occupe quelquefois le quart et plus de la cavité cellulaire. Quand la cellule a acquis son entier développement, il s'est accru avec elle, mais il est loin d'occuper un espace proportionnellement aussi grand que dans le principe; cet espace, très variable du reste, se trouve alors réduit au dixième, au quinzième, et même moins de la cavité cellulaire. Mais s'il ne suit pas la cellule dans son accroissement, nous verrons dans la deuxième modification que cet organe nous présentera bientôt, que des annexes qui en émanent, s'accroissent comme elle, et prennent un développement proportionné à l'étendue de ses parois.

Examiné sous le point de vue de sa consistance, il est mou, extensible, et se rompt quelquefois quand, distendu par le liquide qu'il contient, on détache par traction brusque les petits lambeaux de tissu que l'on veut examiner. Sa surface est lisse, mamelonnée ou ridée, différence d'aspect dont nous retrouverons bientôt la cause. Enfin il n'est pas rare non plus de le voir bordé de petites ampoules qui, peu à peu, sous l'œil de l'observateur, diminuent graduellement de volume, et se confondent avec lui.

Les positions qu'il occupe dans la cavité cellulaire sont égale-

ment très variables, mais on l'observe le plus ordinairement fixé au centre ou appliqué contre la paroi, et dans ce cas, quand la cellule est allongée, il se montre presque toujours également distant de ses deux extrémités ; cependant il arrive que, dans celles qui composent les poils, il n'est pas rare d'en voir d'appliqués sur les cloisons (*Tradescantia virginica*, *Chelidonium majus*).

La constance de cet organe dans les cellules en voie d'accroissement avait fait pressentir à M. Schleiden qu'un rôle important devait lui être dévolu dans la physiologie des plantes, et c'est en cherchant à me faire une conviction sur ce point, qu'il me fut donné d'étudier ses formes diverses, quelques-unes de ses propriétés, et ses relations avec les parois cellulaires. Après avoir soumis de nouveau à l'observation la plus assidue et la plus minutieuse la plupart des tissus que j'avais déjà examinés, et qui m'avaient offert des cellules à la fois assez développées et transparentes, j'ai pu me convaincre que la poche membraniforme, dont les caractères viennent d'être exposés, émettait fréquemment des filaments d'une très grande mollesse, souvent anastomosés, et dont les extrémités très déliées de plusieurs d'entre eux allaient se confondre avec la couche de matière azotée qui tapisse la cavité cellulaire. C'est alors seulement que je m'aperçus que j'avais affaire à une modification importante du nucléus qui, au lieu d'être appliqué directement contre la paroi cellulaire, se trouve suspendu au centre de la cavité, et en relation médiate avec cette paroi, à l'aide des processus visqueux dont il vient d'être parlé. MM. Slack et Meyen avaient, depuis longtemps, soupçonné les relations de ces filaments, qu'ils nomment des courants, avec le nucléus. MM. Schultz et Hugo Mohl, de leur côté, les ont reconnus d'une manière plus précise, *mais aucun de ces savants ne paraît les avoir étudiés dans les conditions les plus favorables*, sans quoi ils auraient reconnu, ce que je me propose d'établir, à savoir : que ces processus sont susceptibles, dans *beaucoup de cellules*, de se constituer en canaux contractiles, dans lesquels circule un fluide granuleux.

Alors que l'on examine à l'aide d'un bon instrument, par un grossissement de 300 à 400 diamètres, suivant le volume des cellules, et à une température de 25 à 30 degrés, un lambeau de

tissu dont les cavités cellulaires présentent des nucléus filamenteux, telles que celles de l'épiderme adulte des feuilles de l'*Éphémère des jardins*, des poils de la *Sclarée*, de la *Chélidoine*, de l'*Erodium moschatum*, prises en été ou en automne, on ne tarde pas à reconnaître, par un éclairage à rayons parallèles à la lumière ordinaire du jour, et mieux à la lumière artificielle, qui, l'une et l'autre, permettent d'ombrer un peu les granules du fluide en circulation, que ces mêmes granules sont contenus dans des canaux constitués par une matière membraniforme extensible, qui n'est que la continuation de celle du nucléus, mais dont la transparence est plus grande encore. Joignons à cela que leur diamètre est souvent très réduit, que le fluide qu'ils conduisent ne charrie souvent que des granules transparents d'une grande ténuité, et que l'existence de tels canaux dans la cavité cellulaire a toujours été regardée, par la majorité des botanistes, comme improbable, et l'on concevra aisément comment ils ont pu échapper aux recherches des micrographes. Cependant, quand on est averti, il n'est pas difficile de constater leur présence, voire même dans les cellules de dimension moyenne, pourvu qu'elles soient assez transparentes et qu'on les observe avec beaucoup de patience. Il suffit, pour cela, d'humecter la préparation sans trop la baigner, d'éviter avec soin la présence de l'air qui peut adhérer à sa surface, puis de recouvrir d'une lame de verre et de regarder avec persévérance, *en se plaçant dans les conditions de température indiquées plus haut.* Si les canaux ne se montrent pas, il faut rapprocher les parois cellulaires à l'aide d'une compression légère, regarder de nouveau et attendre : les canaux, d'abord confondus avec la paroi interne de la cellule, s'en séparent bientôt et se relèvent à son centre, où ils se montrent avec leurs anastomoses. Quand on a pu constater l'existence de ces canaux sans le secours de réactifs, ce qui est de beaucoup préférable, on peut les faire ressortir à l'aide de l'iodure ioduré de potassium, qui les teint en jaune clair ou en marron, comme le nucléus. Mais ce moyen, bien préférable à l'alcoolé ou à la solution aqueuse d'iode, ne donne pas l'image fidèle de ce qui est, car, bien que privé d'acide iodhydrique, ce réactif contracte encore la matière des canaux et les déforme un peu ; en outre,

quand la coloration doit se manifester, elle se fait attendre plus ou moins longtemps, suivant l'état du fluide en circulation. Il est donc de toute nécessité, quand on veut en faire un examen sérieux, de s'abstenir de l'emploi de ce réactif et même de tout autre ; car, comme nous le verrons bientôt, *leurs mouvements vitaux, que ces agents abolissent, sont les premières et de toutes leurs propriétés les plus importantes pour les étudier avec fruit*, et, il est nécessaire de le répéter, il faut, pour bien les reconnaître, étudier leurs rapports et leur distribution :

1° *Faire l'examen de la cavité cellulaire à la lumière ordinaire du jour.*

2° *En contrôler les résultats à la lumière artificielle, qui permet de reconnaître certains rapports qui échappent au premier de ces moyens.*

3° *Faire ces observations par une température de* 25 *à* 30 *degrés*, qui a pour effet d'exciter leurs mouvements vitaux.

Les canaux qui se constituent dans une même cellule, prise ailleurs que dans les poils, peuvent avoir des origines variables ; je vais d'abord exposer les caractères de ceux qui sont en connexion avec le nucléus, en commençant leur étude à partir des points où ils se distinguent de ce dernier. Ces canaux, étant constitués par la matière membraniforme qui continue celle du nucléus, naissent à la périphérie de ce dernier, et présentent une ampleur très variable qu'il est difficile de déterminer pour chacun d'eux, parce qu'elle varie suivant leur activité propre ; il en est dont le diamètre en largeur égale momentanément la moitié de celui des nucléus, d'autres n'en atteignent momentanément pas la vingtième ou la trentième partie. Leur nombre varie comme leurs dimensions : on peut en compter dans certains moments jusqu'à douze dans les cellules épidermiques des feuilles de l'*Éphémère des jardins ;* de six à huit dans l'épiderme des fleurs du *Lupinus albus*, de l'*Ellébore noir*, du *Lis blanc ;* dans les feuilles de la *Joubarbe des toits ;* dans l'épiderme et le réseau cellulaire sous-épidermique des feuilles de l'*Asphodelus luteus ;* dans les poils des jeunes mérithalles de l'*Orvale*, des *Géraniums*, etc. Du reste, un certain nombre échappent toujours à l'observation, parce qu'il n'est

et plus volumineux ; alors ils se tendent, prennent une teinte d'un blanc mat, et se contractent une ou plusieurs fois de suite. Après que ces contractions ont eu lieu, les canaux en partie vides et plus allongés qu'auparavant se réunissent quelquefois en un faisceau qui, d'une part, se voit fixé aux extrémités de la cellule, et de l'autre au nucléus, faisceau qui simule alors un axe mucilagini-forme sans distinction de parties. Mais si l'on persiste à observer, on voit, après une demi-heure et quelquefois plus, suivant des conditions qu'il ne m'a pas été possible de reconnaître, ces mêmes canaux s'emplir de nouveau et se contracter. Tel est le mécanisme à l'aide duquel le fluide granuleux, contenu dans la matière azotée vivante, afflue de la périphérie vers le nucléus.

Il existe aussi un mouvement centrifuge qui s'effectue par des contractions plus lentes, moins marquées, et il s'exécute avec une vitesse variable dans chaque canal. Le nucléus lui-même se contracte, mais ses contractions sont lentes et graduelles, et l'on ne peut apprécier ses mouvements que par ses changements de rapports et de volume ; car, quand ces contractions ont lieu, on le voit diminuer d'ampleur insensiblement et prendre une teinte d'un blanc mat, en même temps qu'il se déplace faiblement. Au surplus, cet organe, flottant comme les canaux et les courants visqueux dans la cavité cellulaire, subit des déplacements variés bien moins limités qu'on ne le croit généralement, et qui trouvent leur cause visible dans les propriétés contractiles et extensibles de ce corps et de ses annexes. Il ne m'a pas encore été donné de constater si le fluide granuleux peut retourner du centre à la périphérie, par tous les canaux qu'il a parcourus pour arriver au nucléus ; mais ce dont on peut se convaincre, c'est que l'on voit simultanément des canaux parallèles chez lesquels la circulation est, dans les uns, centripète, et dans les autres centrifuge. Or, comme ces canaux sont en relation avec le nucléus, il faut que cet organe puisse se contracter partiellement, comme le font les canaux ; car on ne comprendrait pas, si toute sa masse agissait à la fois, comment il pourrait y avoir des courants centripètes et des courants centrifuges.

Le fluide en circulation est ordinairement limpide ; cependant,

dans les végétaux à latex blanc, tels que dans le *Campanula pyramidalis*, le *Sonchus oleraceus*, etc., il devient un peu opaque, et, dans le *Chelidonium majus*, il est semé de granules jaunâtres, coïncidences qui permettent, sinon de conclure, au moins de conjecturer que les matériaux des laticifères tirent leur origine de ceux du fluide nourricier intra-cellulaire. Les granules qu'il charrie sont de deux sortes : les uns, assez volumineux, à peu près sphériques, mais mous et peu nombreux, s'accumulent dans le nucléus en plus forte proportion que dans les canaux; les autres, d'une extrême ténuité, sont moins réguliers, et paraissent être un peu plus denses que le liquide qui les baigne ; car, dans l'*Éphémère* et l'*Erodium moschatum*, plantes dans lesquelles on les distingue avec facilité, ils sont plus serrés à la partie inférieure qu'au centre des canaux. Le fluide nourricier ne se meut pas seulement dans les canaux qui se voient libres et flottants dans la cavité cellulaire ; il circule aussi dans le réseau que les canaux forment dans la membrane primordiale, ainsi que dans ceux un peu plus volumineux qui rampent obliquement à sa face interne. Mais pour reconnaître cette circulation, il faut un peu plus de soins et de patience ; les canaux dans lesquels elle se fait sont, à la lumière artificielle, plus transparents que la membrane dans laquelle ils se constituent, et, en suivant leurs trajets, on les voit se renfler graduellement et par places de petites ampoules mobiles, qui représentent en petit celles qui se forment par les contractions des canaux libres de la cavité cellulaire. Enfin, et pour terminer ce chapitre de faits, si l'on fait choix d'un poil encore frais, mais qui présente sur une surface très limitée de son étendue la membrane primordiale faiblement séparée de la coque cellulosienne, on y découvre les mêmes mouvements dans les filaments non rompus qui unissent ces deux parties de la cellule ; seulement, ces filaments étant d'une grande ténuité, les ampoules sont très réduites, mais toujours appréciables à un grossissement de 300 à 400 diamètres. Tous les mouvements vitaux qui s'exécutent dans la matière azotée intra-cellulaire cessent alors que les cellules sont baignées pendant quelques minutes dans une solution aqueuse de sulfate de strychnine au $\frac{1}{200}$. L'acétate de morphine au même degré de dilution produit

les mêmes effets ; seulement ils se font attendre un laps de temps à peu près double. Les poils transparents de l'*Erodium moschatum*, pris sur les jeunes mérithalles, se prêtent tout aussi bien aux observations qui viennent d'être rapportées ; il en est de même de ceux du *Chelidonium majus*, du *Glaucium glaucum*, du tissu cellulaire, des épidermes des *Sedum*, de celui du pétiole du *Dipsacus fullonum*, des *Arum*, etc.; seulement, dans ces derniers exemples, ils sont moins faciles à étudier, leurs mouvements vitaux étant plus obscurs et les parois cellulaires moins transparentes.

Les mouvements que la matière azotée des cellules exécute ne bornent pas leurs effets à la circulation du fluide granuleux qu'elle contient ; le fluide aqueux qui la baigne et qui emplit la cellule, sans cesse déplacé par ces mêmes mouvements, exécute une translation rotatoire moins marquée, il est vrai, que celle qui s'observe dans les cellules des *Chara*, des *Nitella*, de l'*Hydrocharis Morsus ranæ*, du *Stratiotes aloides*, etc., mais cependant très visible, ce liquide étant semé de petits granules qui permettent, avec quelque attention, de reconnaître sa marche dans les poils des Labiées, de la Courge, etc. *Il y a aussi deux mouvements distincts dans l'intérieur des cellules : l'un, spontané, dû à la matière vivante qui se contracte ; l'autre, passif, dû au déplacement du liquide ambiant.*

Dans l'exposé qui vient d'être fait de la manière d'être de la matière vivante des cellules, de ses mouvements et de ceux qu'elle imprime au liquide qui la baigne, notre examen n'a porté que sur celle qui se constitue en nucléus, en canaux et en filaments contractiles ; mais dans beaucoup de plantes, et entre autres dans les cellules de l'épiderme des pétioles des jeunes *Arum*, des poils des *Ombellifères*, des *Borraginées ;* dans celles de l'épiderme des feuilles du *Scolopendrium officinarum* v. *undulatum*, elle commence à perdre ces caractères, et n'est plus représentée que par des filaments qui émergent d'une masse demi-fluide, et qui s'étirent en se déplaçant avec lenteur sur la membrane primordiale, en imprimant le mouvement au fluide que ces cellules contiennent. Il est vrai que la plupart des physiologistes, qui se sont occupés du mouvement rotatoire qui s'exécute dans les cellules des *Chara*, l'attribuent à d'autres causes ; mais, à notre avis, il n'y a guère

que MM. Schleiden, Hassal et Hugo Mohl qui en aient bien compris le mécanisme, en l'attribuant au fluide dense qui occupe la paroi interne de la cavité cellulaire. MM. Dutrochet et Donné en ont soupçonné la cause dans les mérithalles déjà avancés de ces plantes : le premier en suspendant son cours à l'aide d'agents toxiques, et le second en reconnaissant les mouvements spontanés des lambeaux détachés et vermiformes de la membrane primordiale. Toutefois ces savants semblent accorder aux globules verts une influence qu'ils n'ont pas, car ces macules de chlorophylle sont à peine apparentes dans les très jeunes rameaux du *Nitella flexilis*, et manquent complétement dans les cellules corticales des rhizomes des *Chara*. Cependant la circulation est beaucoup plus active dans ces parties que dans les mérithalles plus âgés, dans lesquels les macules vertes abondent; aussi renferment-elles une matière azotée, plastique, remplie de granules excessivement ténus qui rampent sur la paroi du tube en imprimant le mouvement au liquide aqueux semé de globules qu'il contient; ce qui prouve que telle est la cause du mouvement dans ces jeunes cellules, c'est que, quoique plus dense que le liquide qui la baigne, elle s'élève le long du tube contre la pesanteur, et progresse avec une vitesse incomparablement plus grande que celle du liquide qui se meut avec elle. A mesure que les mérithalles se développent, cette matière paraît se fixer à la membrane primordiale qu'elle concourt à développer, laquelle, étant fixée à la paroi cellulaire, fait progresser le liquide inclus, non pas, comme on l'a supposé, à l'aide de cils vibratiles, mais par des ondulations assez rapides et semblables à celles que produit la surface de l'eau touchée par un vent léger.

Si, au lieu de se borner à l'examen des mouvements vitaux de la matière azotée dans l'intérieur des cellules des plantes phanérogames et de quelques *Charagnes*, on l'étend aux Cryptogames tant cellulaires que vasculaires, on remarque que cette gangue vivante, en subissant des métamorphoses variées, se présente fréquemment sous l'aspect d'individus de formes déterminées, qui pendant longtemps ont été confondus avec les Infusoires.

Que l'on examine les anthérozoïdes des *Chara*, des *Nitella*, des

Fougères, des *Mousses*, des *Prêles*, des *Hépatiques*, etc., suivis dans leurs développements et décrits avec tant de soin dans leurs formes et leurs propriétés vitales par M. G. Thuret, et après ou à la même époque par MM. Nægeli, Suminsky, Pringsheim, Derbès et Solier, etc., et l'on verra si la spontanéité du mouvement dont ces êtres sont doués est douteuse, et si leur origine, comme prenant sa source dans la métamorphose ou le développement des matières protéiques vivantes des cellules, est contestable. Nous les avons observés, pour notre compte, dans plusieurs *Chara*, dans le *Nitella flexilis*, dans le *Marchantia polymorpha*, etc., et la contractilité et le mouvement spontané de ces êtres nous ont paru si peu douteux, que nous ne craignons pas de dire, tout en respectant l'opinion des savants qui les nient, que leurs observations ont dû être faites en temps inopportun. Que l'on contemple les mouvements des zoospores, pris par Nees d'Esenbeck pour des Infusoires, êtres dont l'origine a été signalée par M. Meyen, et dont l'organisation a été décrite par Unger dans le *Vaucheria clavata*, puis par M. G. Thuret, et enfin ceux des sporoïdes de différentes Fucacées par MM. Decaisne et G. Thuret, étudiés avec un soin si admirable par le dernier de ces honorables savants, dans un grand nombre d'espèces, tant sous le point de vue de leur organisation que sous celui de leurs propriétés vitales, et l'on concevra que si la matière azotée vivante qui se meut dans l'intérieur des cellules des plantes phanérogames n'a pas la forme déterminée d'un Infusoire, comme celle qu'elle atteint dans les animalcules des anthéridies et les zoospores, il existe entre elles un certain degré de parenté. Et ce qu'il y a de très remarquable, c'est que les zoospores actuellement vivants, mouvants, ne tardent pas, après s'être fixés en un point, à se déformer en élaborant des cellules; mais, quoique morte, pour nous, sous ce voile qui la dérobe en partie à nos regards, leur substance vit cependant en secret, puisqu'elle élabore une plante qui les ressuscite. Ce cercle n'est-il pas curieux et bien digne de fixer au plus haut degré l'attention des micrographes et des physiologistes, puisqu'à lui seul il semble nous révéler la véritable nature des plantes? Il existe, il est vrai, de très grandes différences entre les Algues et l'immense majorité des autres végé-

taux ; mais ce n'est ni dans la forme, ni dans les fonctions accessoires qu'il faut chercher des rapprochements, mais dans les mouvements et les principales fonctions de leurs matières azotées.

Ces mouvements, visibles dans toutes les plantes en voie d'accroissement, n'ont pas d'action marquée sur la paroi trop résistante des cellules; mais dans les Oscillaires, dont les unes s'allongent à la manière des vers et les autres se crispent sous forme de spires, on retrouve des conditions nouvelles, à l'aide desquelles la matière vivante de ces plantes, sans paraître changer de nature, se trouve dépouillée de l'écorce qui limitait ses mouvements. Enveloppons, par la pensée, une Oscillaire d'une coque cellulosienne plus résistante, et nous aurons tous les éléments organiques d'une fibre ligneuse ; donnons la même enveloppe à l'Amibe diffluente, et nous retrouverons ceux d'une cellule parenchymateuse.

Mais si les matières azotées qui existent dans les cellules des plantes possèdent la propriété de se mouvoir et de se reproduire comme celle qui constitue les animaux, jouissent-elles des autres fonctions qui sont liées à cette dernière ? C'est ce que nous allons examiner.

La matière protéique des plantes qui sert au développement de celle des animaux n'a pu jusqu'ici être isolée complétement des éléments organiques et inorganiques avec lesquels elle est en rapport ; mais ce que nous avons dit, dans l'écrit qui a précédé celui-ci, montre qu'elle tend à s'isoler dans les graines avec les phosphates terreux et alcalins.

Si l'on extrait le gluten des céréales, il donne à l'analyse les substances animales et minérales que l'on retrouve, à peine modifiées, dans nos tissus propres. Si ce même gluten subit le contact d'un globule de ferment, il se transforme entièrement en globules qui constituent ce Champignon, composé lui-même, à l'exception de la couche à peine visible de cellulose qui l'enveloppe, des éléments du gluten et dans les mêmes proportions.

Si l'on enlève avec précaution l'endochrome des mérithalles des *Chara*, on lui trouve, à part la matière grasse et les traces de fécule qu'il recèle, la même composition chimique. Il ne paraît

donc pas y avoir de différence entre la composition de la matière qui vit dans les plantes et celle des animaux.

On rencontre, il est vrai, les matières protéiques des plantes constamment imprégnées de cellulose, tandis qu'elles ne paraissent l'être qu'exceptionnellement chez les animaux (*Tuniciers*, *Dissélmis*).

En appréciant à notre point de vue les mouvements vitaux et la composition chimique de la matière protéique des plantes, notre intention n'est pas de soutenir que les animaux et les plantes sont organisés et sentent de la même manière; la seule thèse que nous soutenons, c'est que la matière vivante des plantes présente une composition chimique et remplit des fonctions fondamentales semblables ou analogues à celles des animaux.

On a cru pendant longtemps qu'à l'inverse des animaux, les plantes respiraient à l'aide du gaz acide carbonique qu'elles extraient du sol, ou qu'elles puisent dans l'atmosphère, gaz qu'elles réduisent pour assimiler du carbone et rejeter de l'oxygène, de telle sorte que la plante semble respirer à l'aide d'un agent asphyxiant. Mais si l'on considère que les Champignons, la plupart des Algues, les Orobanches, les racines, les tiges, les fleurs, les fruits verts, etc., de tous les végétaux phanérogames, expirent constamment de l'acide carbonique en consumant de leur carbone à l'aide de l'oxygène ambiant, on est obligé de reconnaître que les plantes respirent comme les animaux, et que le résultat final de cette fonction consiste, chez les uns comme chez les autres, dans la décarbonisation de leurs fluides ou de leurs tissus et la production de chaleur.

M. Bérard, dans un mémoire couronné par l'Académie des sciences, avait reconnu que les fruits verts, même les plus jeunes, expirent, au soleil comme à l'ombre, des quantités notables d'acide carbonique, et, dans une suite de mémoires publiés dans les *Annales des sciences naturelles*, nous avons constaté, à l'aide d'expériences nombreuses, que les bourgeons et les jeunes pousses qui leur succèdent, les plantules, les feuilles adultes, etc., consument, dans les mêmes conditions, une partie de leur carbone à l'aide de l'oxyde ambiant ou de celui qu'elles forment dans leurs

tissus, et que cette fonction, qui diminue d'intensité à mesure que la feuille vieillit, était d'autant plus marquée, qu'elle s'exécutait sous l'influence d'une température plus élevée. Ces faits, que des travaux plus récents sont venus confirmer, établissent, comme on le voit, que la plante est douée d'une respiration animale constante, le jour comme la nuit; seulement sa respiration animale diurne est plus ou moins voilée dans ses résultats, cette fonction pouvant s'effectuer à l'aide de l'oxygène provenant de la réduction de l'acide carbonique qu'elle forme, et qu'elle verse sans cesse dans les lacunes de son tissu ou dans son atmosphère. Il est très facile de constater cette double rotation en faisant respirer une plante verte ou ses feuilles dans une atmosphère limitée, en présence de l'eau de baryte qui se couvre bientôt d'une pellicule de carbonate de cette base, tandis que si l'expérience a lieu dans la même atmosphère, la base étant supprimée, on ne retrouvera aucune trace de gaz acide.

S'il est facile de constater qu'il existe une respiration animale continue au sein du végétal, il est également possible d'établir la relation qui existe entre cette fonction et la calorification qui en est la conséquence; il nous suffira de rappeler quelques expériences dues à Théodore de Saussure, à Dutrochet, à M. Adolphe Brongniart, en leur joignant les observations qui nous sont propres pour la faire ressortir.

Dutrochet, à qui l'on doit les recherches les plus délicates sur la chaleur des êtres vivants à basse température, a démontré (*Annales des sciences naturelles*, 1845, p. 5) que toutes les parties des végétaux possédaient une chaleur propre supérieure à celle du milieu ambiant, et que l'élévation de température observée avant lui sur les *Arum*, les *Caladium*, etc., n'était que la manifestation plus marquée d'un phénomène commun à tous les êtres vivants. Mais ce phénomène n'est lui-même que la traduction faible d'un fait plus matériel, c'est-à-dire de la combustion chimico-vitale du carbone par l'oxygène. Ainsi, chez les plantes comme chez les animaux, l'acte respiratoire a pour résultat final appréciable de leur enlever du carbone en élevant leur température, et ces deux effets sont bien réellement en corrélation intime chez les uns et

les autres; car les recherches de Théodore de Saussure montrent que les tubercules, les racines, les tiges ligneuses, etc., n'expirent guère que la moitié de leur volume d'acide carbonique dans les vingt-quatre heures, et celles de M. Dutrochet ont constaté que ces parties ont une chaleur propre à peine appréciable.

Le premier de ces savants a vu que dans les fleurs monoïques les mâles consomment plus d'oxygène que les femelles, et le second a reconnu que leur température est aussi beaucoup plus élevée. Les recherches de Sennebier sur la chaleur de l'*Arum maculatum*, celles de M. Schultz sur le *Caladium pinnatifidum*, celles de Gœppert sur l'*Arum Dracunculus*, de MM. Adolphe Brongniart, de Vrolicke et de Vriese sur le *Colocasia odora*, ainsi que celles déjà fort anciennes de Lamarck et les nôtres sur le spadice de l'*Arum italicum*, établissent d'une manière rigoureuse la cause du phénomène et ses rapports avec l'oxygène et le carbone consumés. Voici les moyennes approximatives de la chaleur propre déterminée par M. Dutrochet sur un certain nombre de plantes et l'acide carbonique expiré dans le même laps de temps. Le volume de l'organe est pris pour unité.

DÉSIGNATION DES PLANTES.	Oxygène consommé pendant 24 heures.	Auteurs des observations.	Chaleur moyenne.	Auteurs des observations.
Poire verte.	0,50	Bérard.	0,06	Dutrochet.
Poire verte.	0,70	Id.	0,06	Id.
Prune de reine-Claude . . .	1,60	Id.	0,09	Id.
10 gr. feuilles de Joubarbe. .	0,20	Garreau.	0,03	Id.
Spathe de l'*Arum maculatum*.	4,00	De Saussure.	0,22	Id.
Spadice de la même fleur. . .	38,00	Id.	4,60	Id.
Organes mâles de la même fleur.	135,00	Id.	7,00	Id.
Organes femelles de la même fleur.	10,00	Id.	1,50	Id.
Fleur de Courge.	7,60	Id.	0,50	De Saussure.
Boletus aureus	7,50	Id.	0,45	Dutrochet.

D'après ces faits, pris à des sources différentes, il est aisé de voir qu'il existe une relation bien marquée entre la quantité de car-

bone brûlée et l'élévation de température produite. Ces données manquent, il est vrai, du degré de précision que l'on doit apporter dans des recherches de cette nature, car il est à regretter que Théodore de Saussure et M. Bérard aient négligé de nous apprendre d'une manière exacte, comme l'a fait M. Dutrochet, les températures moyennes sous lesquelles leurs observations ont été faites. Malgré cette omission, on voit cependant que les relations que nous avons indiquées existent. Voici d'ailleurs une table qui relate des observations qui nous sont propres, à l'aide de laquelle il est facile de saisir les rapports qui existent entre l'oxygène consommé et la calorification qui résulte de son union avec le carbone de la plante.

Respiration du spadice de l'*Arum italicum*, à la température de 20°.

HEURES DU PAROXYSME.		Chaleur propre du spadice.	Chaleur moyenne par heure.	Oxygène consommé.	Volume de l'oxygène consommé, l'organe étant pris pour unité.
Première heure.	3 h. 30 s.	2,5	3,2	39cc.	11,1
	4 30	3,9			
Deuxième id.	4 30	3,9	5,3	57	16,2
	5 30	7,6			
Troisième id.	5 30	7,6	7,8	73	21,4
	6 30	8,9			
Quatrième id.	6 30	8,9	8,3	100	28,5
	7 30	7,7			
Cinquième id.	7 30	7,7	6,0	50	14,2
	8 30	4,2			
Sixième id.	8 30	4,2	2,7	20	5,7
	9 30	1,2			
Moyennes par heure de paroxysme.			5,3	56,8	16,1
Oxygène consommé pendant six heures. . . .				341	

On peut objecter que la production d'acide carbonique au sein du végétal et celle du calorique qui résulte de sa formation sont les résultats d'une action purement chimique, et non la conséquence d'un acte physiologique. Mais si l'on réfléchit que les

recherches de Théodore de Saussure, ainsi que celles de MM. Bérard et Dutrochet, ont été faites sur des organes vivants en voie d'accroissement, et que les parties des plantes broyées cessent de former de l'acide carbonique, comme les expériences de Théodore de Saussure, celles de M. Frémy et les nôtres l'ont fait voir, et que d'ailleurs la mort du tissu constatée par la perte sans retour du mouvement de la matière azotée abolit la production de ce gaz, il est naturel de conclure que sa formation est la conséquence d'un acte vital. Du reste, ce qui, pour nous, avec les causes qui viennent d'être énumérées, témoigne que la respiration animale des plantes a son siége dans la matière azotée vivante qui se meut dans les cellules, c'est la relation qui existe entre la quantité de cette matière contenue dans un organe vivant et celle de l'acide carbonique qu'il expire.

La table suivante, extraite de notre premier *Mémoire sur la respiration des plantes* (*Annales des sciences naturelles*, 1851, p. 5), paraît du moins justifier notre assertion :

DÉSIGNATION DES PARTIES.	Température.	Acide expiré en 24 heures.	OBSERVATIONS.
Moelle blanche du Sureau.	17°	0,0	La levûre a été étalée sur un papier sans colle et suspendue dans l'atmosphère de l'appareil.
Bois de Chêne en copeaux fins. . .	17	0,0	
Racine de Carotte.	17	0,8	
Aubier frais du Sureau.	17	4,5	
Aubier frais du Marronnier	18	5,0	
Fibres radicales du Seneçon comm.	17	5,5	
Fibrille de la racine de Mercuriale.	17	7,0	
Boletus aureus	18	7,5	
Levûre en consistance de pâte. . .	15	14,0	
Levûre lavée à l'eau distillée . . .	18	20,0	

D'après ces expériences, dans lesquelles le volume de l'organe qui respire est pris pour unité de comparaison, on voit que les parties des plantes privées de matière azotée vivante ne respirent pas, tandis que celles qui, comme les fibrilles les plus déliées, l'aubier, les Champignons, la levûre, etc., en sont richement

dotées, respirent d'autant plus qu'elles en recèlent davantage. Il est bon de remarquer que les graines et les fruits, quoique riches en matières protéiques, ne produisent que des quantités minimes d'acide carbonique; mais on comprendra que ces organes sont à peine perméables au gaz oxygène, protégés qu'ils sont par des enveloppes épaisses, et surtout par leur volume comparé à leur surface relativement très petite. Cet obstacle, apporté à la respiration de ces parties, devenait indispensable à leur développement, car, sans lui, ni la fécule, ni l'huile si nécessaire au développement germinatif du jeune embryon, ni la pectine, le sucre, les concrétions ligneuses des fruits, ne se fussent formés, l'un des éléments nécessaires à leur formation, le carbone, ayant été consumé. Ce qui prouve que cette assertion est vraie, c'est que le fruit et les graines placés dans des conditions propres à faciliter le contact de l'oxygène, à stimuler et à entretenir les mouvements vitaux de la matière azotée, respirent et se dépouillent, comme le témoignent les analyses de M. Boussingault, d'une grande partie de leur carbone, sans rien perdre de leur azote.

La matière protéique des plantes exerce sur les aliments respiratoires qu'elles recèlent une action semblable à celle que la substance des animaux exerce sur les mêmes matières, de sorte que plus un organe sera perméable à l'air et riche en matières azotées, moins il emmagasinera de produits féculents, sucrés, huileux, etc. C'est ce que l'on remarque pour les fibrilles, les jeunes feuilles, les pétales, les étamines et les tiges herbacées de végétaux forcés à l'aide d'engrais; le contraire aura lieu à mesure qu'il perdra son contact avec l'oxygène : c'est ce que nous voyons dans les fruits, les graines, les racines volumineuses, organismes dans lesquels nous retrouvons ces aliments en plus ou moins grande quantité, et que, dans quelques espèces, nous parvenons à développer en plus forte proportion en préservant quelques-unes de leurs parties du contact de l'air (Pomme de terre, Betterave). L'action que la matière protéique exerce sur l'aliment respiratoire qui, à son contact, a un autre genre d'influence, alors qu'elle s'exerce avec une certaine intensité, c'est d'abréger la durée de l'organe qui en est le

siége, ou de diminuer sa consistance; aussi voit-on les jeunes fibrilles, les pétales, les étamines, les Champignons, etc., se flétrir rapidement, et les tiges du Lin, de nos céréales, etc., développées sous l'influence d'engrais azotés ou employés en trop grande abondance, verser sur le sol par l'insuffisance de dépôts cellulosiens ou incrustants, substances auxquelles, dans les conditions ordinaires, elles doivent la propriété de résister plus facilement à l'action de la pluie et des vents.

D'après les faits consignés dans ce travail, la matière azotée vivante qui se meut dans l'intérieur des cellules des plantes réunit les principaux attributs de celle qui vit chez les animaux; elle en possède l'excitabilité, la contractilité, la composition élémentaire; sa respiration, eu égard à ses résultats les plus appréciables, ne diffère pas de celle des animaux, et son rôle, dans le régime de ces derniers, est de convenir même au carnassier qui peut au besoin, comme l'herbivore, trouver en elle tous les éléments de sa propre substance. Seulement le premier, n'étant pas conformé pour les extraire, avait besoin d'un intermédiaire plus apte à les lui procurer.

Mais si la matière protéique des plantes réunit la composition et quelques-unes des principales fonctions de celle des animaux supérieurs, elle possède une force assimilatrice que l'on ne retrouve que chez les animaux très inférieurs; c'est celle à l'aide de laquelle elle relie la matière brute à sa propre substance et à la nôtre.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 12.

Fig. 1. Poil d'un jeune mérithalle de l'*Erodium moschatum*, avec des canaux cellulaires. — A, nucléus avec une portion de ses canaux; il contient deux sortes de granules. — BBB, ampoules qui se forment au-devant des parties en contraction et qui cheminent vers le nucléus. — CC, canal fortement tendu,

momentanément immobile, et dans lequel circulent avec vitesse un liquide dont les particules granuleuses heurtent en cheminant les parois opposées du canal.

Fig. 2. Poil d'un jeune mérithalle de l'Orvale (*Salvia sclarea*). — AA, cellules montrant la disposition et les anastomoses de la matière animale avec des canaux qui se contractent. — B, disposition du réseau anastomotique dans la membrane primordiale, avec ses petites ampoules mobiles.

Fig. 3. Épiderme de la portion axillaire externe d'une feuille adulte de l'Éphémère avec la matière animale se constituant en canaux, dont quelques-uns communiquent avec ceux des cellules voisines.

Fig. 4. Tissu cellulaire pris à la base de la nervure moyenne d'une feuille de *Glaucium flavum*, dont la matière animale présente la même disposition que dans la figure précédente.

DE MACULIS

IN

PLANTARUM VASIS CELLULISQUE LIGNOSIS OBVIIS.

Auctore Hermann SCHACHT.

Inter poros sive stratorum membranam cellulæ vegetabilis incrassantium loca tenuiora ab antiquo jam forma innotuit, in qua inter pororum canales utriusque cellulæ vicinæ parietes inter se contiguos interstitium cavum, plerumque lenticulare, invenitur, quod superne inspectum ut orbiculus sive area pori canalem verum ambiens apparet. Sed in quibusdam tantum cellularum formis ut in *Coniferarum* et *Cycadearum* cellulis lignosis vasisque *Dicotyledonum* maculatis pori illi areis circumdati inventi sunt; in ceteris omnibus nihil nisi pori simplices videntur adesse. Utrique vero structura et functione differunt, qua re fas esset eos termino quoque distinguere.

H. v. Mohl (1), quem de cellulæ parietis structura perscrutanda optime meritum esse nemo certe ignorat, omnes canales strata ejus secundaria perforantes maculas appellat, vera foramina vero, qualia e. gr. in *Sphagni* folio inveniuntur, poros, cum contra Schleiden hoc termino omnes canales illos strata secundaria perforantes designet, interstitio illo, de quo supra diximus, adsitne necne non respecto. In libro nostro « die Pflanzenzelle » et postea in opere « Lehrbuch, etc. » (2), poros et maculas distinximus, formamque pororum canalium, ubi inter cellularum binarum parietes contiguos interstitium cavum, maculæ interstitium, adest, *macu-*

(1) *Ueber die Poren des Pflanzenzellengewebes*, 1828, p. 15.

(2) *Pflanzenzelle*, p. 20. — *Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse*, I, p. 27.

lam appellavimus, cum contra *porum* pori canalem simplicem designemus. Hic solam maculam sensu nostro intellectam tractabimus terminoque pro hac sola notione utemur.

Maculæ seu pororum canales, qui interstitium cavum inter se habent, jamdudum quidem notæ sunt; evolutionis vero earum historia et structura vera, dignitasque in plantæ vita usque ad hoc tempus in obscuro relictæ erant, de qua re vix mirari licet propter partium exiguitatem inquirendique difficultatem.

Malpighi (1) in *Coniferarum* cellula lignosa, nisi fallimur, primus maculas vidit, sed tubercula subrotunda, granis inter cellulas sitis effecta habuit, quam sententiam postea Treviranus etiam defendit. Moldenhawer contra eas pro cellulæ parietis aperturis habuit, orbiculum internum vero seu pori canalis ostium pro cellulæ parietis prominentia. Kieser maculæ interstitiun primus videtur observasse; maculas cum Sprengel, cellulæ parietis aperturas declarat. Link (2) vero maculas pro cellulis globosis materia grumosa impletis inter cellulas lignosas sitis habuit.

Tum H. v. Mohl (3) primus in maculæ structuram accuratius inquisivit, quæ secundum eum cellularum binarum parietibus contiguis divergentibus efficitur ideoque in cellulæ cavum protuberantiam minimam format. Quæ divergentia intra orbiculum circumscriptum tantum efficitur, qui hac re, si macula superne inspiciatur, area ejus apparet. In cujus orbiculi medio cellulæ paries extenuatur, ut membrana tenerrima tantum relinquatur; qui locus extenuatus, si orbicularis est, maculæ orbiculum internum seu porum format, quem Moldenhawer, Kieser, Sprengel pro apertura habuerunt. Membranam hanc extenuatam super poro vere adesse, secundum v. Mohl ipsius verba propter permagnam ejus tenuitatem et perluciditatem difficillime certiorem fieri licet. Ut conspicua fiat e ligni abiegni sicci frustulo oblique sursum (angulo 45° circiter cum cellularum axi incluso) segmenta tenuissima excidantur, qua re sæpe macula una alterave ipso medio persecatur, tum luce opportuna membrana tenerrima super orbiculum inter-

(1) *Opera omnia*. Londini, p. 10, f. 25.

(2) *Elementa philos. bot.*, p. 80.

(3) *Ueber die Poren des Pflanzenzellengewebes*, 1828.

num expansa apparet. Raro tantum v. Mohl teste contingit, ut hanc membranam prorsus manifesto conspicias; suspicatur sæpissime eam cultro a circumferentia solidiore avelli; quod si fiat, observatorem facillime ad maculas foramina existimandas induci posse. In *Cassyta glabella*, teste v. Mohl, vasorum parietis maculæ permagnæ sunt faciléque segmentis transversis et longitudínalibus inspiciendis certiorem fieri licet, aream cavo inter parietes vasorum contiguos effici maculæque canalem meatum esse inde a vasis lúmine cavum (maculæ interstitium) versus ducentem ostio externo membrana tenui obturatum. Maculæ ejusdem structuræ etsi minores, secundum v. Mohl, inveniuntur in *Lauris nobili* et *Sassafras*, et *Aleurite triloba* et *Acacia Lophanta*. Maculæ arcæ superne inspectæ figura secundum v. Mohl e maculæ interstitii forma pendet; maculæ canalis vero figura stratorum incrassantium structura efficitur. In *Cassyta glabella* canalis introrsum in fissuram, obliquam ampliatur, cum altera parte prope maculæ interstitium circularis appareat. Itaque maculæ canalis superne inspectus fissura apparet, in cujus medio orbiculus exiguus situs est. Orbiculus ergo ad strata incrassantia exteriora, priora pertinet, fissura ad interiora, recentiora, qua re *Aleuritis* structura a v. Mohl demonstrata explicatur ubi maculæ 2 ad 6 in serie transversa sitæ fissuram communem habent vel ut verbo Mohliano utamur, totidem macularum fissuræ confluxerunt. — Cum v. Mohl structuram illam difficillime inquirendam maxima cum perspicuitate exposuerit eoque doctrinam macularum structuram tractantem in primis promoverit, vasorum scalarium in *Filicibus* et *Monocotyleis* obviorum maculas pro poris (sensu nostro intellectis) declarat, quod interstitiis macularum destitutæ sint; qua ex causa quoque *Chilianthi arborei* vasa scaliformia, quibus macularum interstitia sunt, veris vasis scalaribus non adnumerat. — Vasorum porosorum maculæ ergo secundum v. Mohl *Coniferarum* cellularum lignosarum maculis analogæ sunt.

De maculæ evolutionis historia v. Mohl (1) hæcce tradit: In

(1) *Vermischte Schriften*, p. 32-34, 282. — *Vegetabilische Zelle*, p 132. *Ueber den Bau poröser Gefässe*, p. 453. — *Poren des Pflanzenzellengewebes*, p. 16.

Salisburya et *Pino* cellulæ lignosæ novellæ secundum eum tenerrimæ, subgelatinosæ sunt, membranis homogenis, in quibus aliquanto post annuli cellularum lignosarum adultarum maculæ magnitudine apparent, pauloque post etiam orbiculus internus distingui potest. Principio subtilissime tantum indicata macula cellularum lignosarum pariete incrassato distinctius circumscribitur prorsusque perficitur. In vasis quoque maculæ interstitium poro (maculæ canali) prius formatur; interstitium principio succum continet neque ut Schleiden indicavit, aërem. Quomodo vero maculæ interstitium formetur et quæ dignitas ei adscribenda sit, v. Mohl in dubio reliquit.

Secundum Meyen quoque maculæ area pori canale in centro ejus sito prius formatur et ex iconibus ab eo additis videri potest eum et ipsum membranam porum a maculæ interstitio separantem adesse putasse, quæ sententia a *Gœppert* (1) quoque proponitur. Porro Meyen demonstrat, poros vasorum scalarium in *Filicibus* obviorum maculas oblongatas esse et interstitia habere, quod certissime confirmare debemus.

Secundum Schleiden (2) vero maculæ interstitium aëris vesicula inter binarum cellularum parietes contiguos apparente formatur; cæterum eo quoque teste, interstitium maculæ canali prius adest. Quæ aëris vesicula materiarum inter binas cellulas vicinas commutationem impedit eoque cellulæ membranæ nutritionem; hoc modo porus (macula) formatur porique canalis cellulæ membranæ atrophia partiali. Sed rectissime Schleiden ipse censet, hanc pororum canalium formationis theoriam cum eorum in cellularum epidermidis pariete externo (e. gr. in *Cycade*) præsentia convenire non posse. Tum maculæ interstitium, si minimum tantum adsit, observationem fugere dicit, ex quo patet, Schleiden cellularum vegetabilium telæ poros in universum pro maculis (sensu nostro) habere; poro aream maculæ, si pori canalis ac maculæ interstitium æque amplus sit, deficere tradit; maculæ hoc modo constructæ nobis non innotuerunt.

(1) Gœppert, *De Coniferarum structura*, 1841, p. 18, 19.
(2) *Grundzüge*, 2e Aufl., II, p. 121.

Secundum Th. Hartig (1) maculæ interstitium lenticulare aut nihil est nisi interstitium intercellulare, aut membrana interna obductum ; tum vero aut cellula propria aut cellularum vicinarum parietum pars, quam ad sententiam probandam maculæ interstitii formam et magnitudinem constantes et circumscriptionem definitam, nec non cellularum telæ parenchymaticæ similem maculis arcte juxtapositis effectam formæ mutationem, etc. affert. Hartig maculæ interstitium formari putat « fibræ lignosæ ptychodis (Holzfaser-Ptychode) » i. e. novissimi cellulæ lignosæ strati secundarii evaginatione, quod cum contento ad « sacculum prolificum externum (äusseren Brutbeutel) » i, e. ad cellulam externam constrictione aut perfecte aut imperfecte separetur. Illa conditione membrana maculæ interstitium investiens cellulæ lignosæ pars esset in interstitium intercellulare evaginata et constrictione separata, hac vero processus cum « fibræ lignosæ ptychode » adhuc continuus. In seminis *Elephantusiæ* (*Phytelephantis*) *macrocarpæ* albumine Hartig interstitium maculæ ut cellulam intermediam liberam separasse sibi videtur; hic vero, ut infra demonstrabimus, maculæ interstitium verum omnino non adest. Ex sententia Hartigiana a priorum auctorum opinionibus valde abhorrente interstitium maculæ inter cellulas lignosas binas altera parte, ubi alterius cellulæ evaginatione ortum, apertum, altera parte vero clausum est. Interstitium maculæ ab Hartig ergo ut cellula intermedia consideratur, postquam membranam illud investientem demonstraverit, quam postea in ligno cujusdam *Leguminosæ* fossilis ligno vere adesse confirmare debuimus (2). Solutione etiam zinci chlorati cum iodo adhibita hæc membrana in cellulis lignosis et vasorum, cum strato incrassanti intimo nondum lignificato correspondens, a nobis observata est.

In macularum ligni *Coniferarum* evolutione perscrutanda cum v. Mohl, Meyen, Hartig interstitium maculæ succo impletum ante maculæ canalem formatum apparere observare potuimus. Inter-

(1) *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Pflanzen* (1843). — *Leben der Pflanzenzelle* (1844), p. 37.

(2) *Pflanzenzelle*, p. 19, 196, 204. — *Lehrbuch der Anatomie und Physiologie*, I, p. 27.

stitium cum v. Mohl utrinque a binis ejus pororum canalibus seclusum habuimus et cellulam intermediam parvam considerandum esse putavimus, cujus originem quidem explicare non poteramus. Sed re *tempore recentiore* denuo amplius perquisita ad alium finem pervenimus, quo res adhuc in dubio relictæ explicantur; de qua re prævia quædam eaque brevissima jam publici juris fecimus (1).

Maculæ, ut recentioribus disquisitionibus experti sumus, simili modo formantur quo pororum canales simplices a quibus, dum cellulæ succum continent, sola figura differunt pori canalis basi ampliati; quæ ampliatio maculæ aream format. Hic vero postquam cellulæ succum perdiderunt plerumque membrana utriusque cellulæ vicinæ pororum canalium ampliationes separans evanescit, qua re maculæ interstitium oritur. Cellularum lignosarum et vasorum ergo aërem jam continentium maculæ ubi cellulis item aërem continentibus contiguæ sunt, cellulæ parietis *vera foramina* sunt; ubi vero cellulæ lignosæ et vasorum cellulis succum continentibus attinguntur, maculæ foramina *non* sunt, sed pororum canales basi ampliati. *Maculæ* ergo *apertæ* et *clausæ* distinguendæ sunt; sequentibus ea, quibus sententia nostra probatur, exponemus.

Radix *Pini silvestris* propter cellulas lignosas amplas earumque maculas ad proportionem magnas inquirendo præ cæteris apta est, segmentaque transversa et longitudinalia extremæ tenuitatis difficile quidem perficienda tum vero nihil in dubio relinquentia mense junio strati cambialis fines internos versus macularum in cellulis lignosis novellis originem exhibent. In segmento transverso cambii cellulæ itemque cellulæ lignosæ novissimæ ex iis ortæ tabuliformes apparent : paries tenerrimus est et ut segmentum longitudinale exhibet, prorsus lævis. Postquam modo cellula lignosa transverse secta quadrata facta est, i. e. radiorum medullarium directione æque lata ac principio jam tangentis directione fuerat, et paries incrassari incepit, prima macularum rudimenta discernuntur prominentiæ exiguæ, in segmento longitudinali radiali orbiculos simplices ejusdem amplitudinis, quæ postea maculæ interstitio,

(1) *Botanische Zeitung*, 1859, p. 238.

formantes. Qui orbiculi primum luce temperata tantum conspicui paricte magis incrassato magis distincti fiunt, et mox linea duplici circumscripti apparent. Tum segmentum transversum prominentiam principio minutissimam gradatim progredientem exhibet, quæ in segmento longitudinali tangentiali eodem modo apparet et cellulæ parietis plica circularis consideranda est, qua pori canalis formatur, qui basi satis amplus, plica circulari cellulæ lumen versus progrediente ostium magis magisque angustatum accipit. Pariter segmentum quoque secundum radios medullares excisum postquam primus maculæ orbiculus linea duplici circumscriptus conspicuus factus sit orbiculum alterum internum exhibet, primum orbiculo externo proximum, sensim vero angustiorem pori canalis ostio formatum. Cum in plantarum cellulis omnibus parietum contiguorum pori semper exactissime inter se correspondeant, hic quoque bini semper pori basibus ampliatis contigui sunt, et utriusque cellulæ membrana primaria separantur. Pori canalis ipse vero in utramque cellulam protuberantiam format parvam horologii vitri planiusculi instar convexam ; item pori canalis superne, ergo in segmento secundum radios medullares perfecto, inspecti basis ampliata orbiculus externus dupliciter circumscriptus seu maculæ area apparet, ostium angustatum orbiculus internus seu porus. Septum vero alterum pori canalem ab altero cellulæ vicinæ separans in segmentis et transverso et longitudinali tangentiali distincte conspicuum est. (Fig. 1.)

Qui priores macularum evolutionis gradus satis celeriter absolvuntur ; cellula lignosa novella hoc tempore nondum lignificata et levissime tantum incrassata est ; paries postea solidior fit et lignificatio incipit ; quo tempore macula vix amplius mutatur. Ubi primum autem cellula lignosa perfecte explicata est cellulæ succus evanescit et cum eo etiam maculæ septum, quod æque ac stratum incrassans intimum cellulæ lumen et pori canalem intus investiens non lignificatum erat.

Maculæ interstitium ergo hic septi pori canales binos separantis resorptione ortum est ; quare macula cellulæ lignosæ perfectæ aërem continentis verum cellulæ parietis foramen est ; membrana vero, quæ a v. Mohl maculæ interstitium a pori canale separare

dicitur, quam adesse et ipsi olim putabamus, nunquam adest; infra explicabimus, quæ oculorum deceptio ad hypothesin illam induxerit.

Cellulæ lignosæ jam præcociter succum perdunt et macularum septum hac ex causa mature evanescit. Nihil aliud hic fit quam in cellulis vasorum ubi cellularum seriatim superpositarum septa et ipsa cum cellularum succo evanescunt, qua re e cellularum succo refertarum serie fit tubus aere repletus (vas). Analogia major autem apparet, si vasorum evolutionis historiam persequaris et cognoscas, annulum in vasis maculatis multis septum ambientem ergo cellularum binarum fines designantem exacte ut *Coniferarum* ligni maculas constructum esse et in vasis amplis dimensione tantum a macula differre.

Si ergo primo vere in ramulos novellos *Fraxini excelsioris* inquiratur non procul a vagina medullari vasorum adhuc angustissimorum pariete laterali maculato præditorum formationem persequi licet ubi in septo transversali oblique posito macularum formatio, qualem e *Pini silvestris* cellulis lignosis descripsimus, distinctissime observari potest. Quæ maculæ amplitudinis ad proportionem satis magnæ pori canale quidem ampliori aperiuntur, septum vero, dum cellulæ succo repletæ sunt, eodem modo quo *Coniferarum* maculæ exhibent. Cum cellulæ succo demum septum evanescit; tum hic quoque maculæ interstitium lenticulare adest. In ramuli novelli vasis amplioribus serius formatis, item in vasis rami magis provecti, quæ ramulorum novellorum vasa maculata prima amplitudine ter ad quater superant, ad proportionem maculæ quoque et pororum canalium earum ostia ampliora sunt, septum vero non lignificatum cum cellulæ succo evanescit, ut de vasis *Caricæ Papayæ* jam indicavimus. Annulus septum illud principio ambiens ergo pori canali amplissimo comparari potest (1).

Nec vero in plantis omnibus vasorum cellularum septa foraminum rotundorum instar evanescunt; non raro septa præcipue oblique posita serie foraminum superpositorum aut rotundorum aut horizontaliter oblongatorum perforantur. Foramina hujus septi

(1) *Monatsbericht der k. Akademie der Wissenschaften* zu Berlin, 1856, p. 528.

plura rotunda in *Ephedra* nota a Kieser primum visa sunt ; foramina horizontaliter oblongata autem in plantis multis septa scalæ instar perforata descripta sunt (in *Betula*, *Alno*, *Corylo*, *Platano*, *Myrica*, *Buxo*, *Viburno*, *Vaccinio*, *Clethra*, *Visnea*, *Ilice*, *Thea*, etc.). In *Avicenniæ* specie quam indefinitam fuisse dolemus septum transversum vasorum subhorizontale elegantissime maculis veris numerosis partim orbicularibus partim oblongis præditum est et in *Rizophora Mangle* septi transversi aperturæ oblongæ quodammodo transitum sistunt inter foramina orbicularia in *Ephedra* serie duplici sæpe immo triplici juxtaposita et foramina oblongata vasorum septorum scalæ instar perforatorum.

Indagatio microscopica accurata et in *Rhizophora* et in *Ephedra* foramina illa in vasorum septis transversis obvia veras maculas esse demonstrat, et in *Rhizophora* certissime colligi potest, eas eodem modo, quem in *Fraxino* descripserimus, oriri, cum præsertim margo septi, quod evanuit, remaneat inque maculæ interstitii ostium promineat. Sed in *Ephedræ* vasorum quoque septi transversalis oblique positi foraminibus rotundis maculæ interstitium in segmentis longitudinalibus bene perfectis prætermitti non potest; quod foraminum illorum orbiculum duplicem, quem v. Mohl jam contra Meyen defendit, explicat.

In septis vasorum aëre repletorum *Ephedræ* oblique positis et cellularum vasorum aëre repletarum *Rhizophoræ* septis quæ scalæ instar perforata dicuntur, etc., quin maculæ apertæ sint dubium esse non potest neque unquam de hac re quisquam dubitavit (1); nec vero maculas minores in earumdem vasorum cellularum parietibus lateralibus obvias neque *Coniferarum* cellularum lignosarum maculas, apertas esse tam facile demonstrari potest. Duabus methodis de hac re certiorem fieri potest: 1° segmentis immensæ tenuitatis, 2° fluidis, in quibus pigmenta non soluta subtilissime distributa sunt, injiciendis.

Secundum primam methodum multum temporis et dexteritatis

(1) Göppert, *in commentatione de Coniferarum struct. anat.*, immo parietis lateralis *Ephedræ* vasorum macularum quasdam foramina esse censet ; icone vero (fig. XLIII) inspecta nescimus an in hac re errore deceptus sit.

postulantem in *Pini silvestris* nec non *Araucariæ brasiliensis* radicis et *Dracænæ Draconis* lignis maculas apertas esse certissime nobis persuasum est.

Segmentum transversale pro hoc fine assequendo pori canalis ostio crassius non esse idque ipsum secare debet; quod si contigerit — difficile sane impetrandum! — pori canalis meatus apertus maculæ cum interstitio communicare observari, et circumscriptione prorsus integra facile certiorem fieri licet, cultro membranam pori canalem a maculæ interstitio separantem avulsam non esse. Cum maculis talibus ipso medio sectis in eodem segmento transversali maculas alias cultro aliquanto extra medium persectas invenias; hic pori canalis a maculæ interstitio membrana separatus videtur. Si vero objectum lentis objectivæ ope magnitudine 600 ies augeas positionemque adversus lentis focum accurate respicias facile observabis membranam illam, quæ pori canalem secludere videatur, sub pori canalis in maculæ interstitium ostio sitam esse et ad ostii marginem pertinere.

In methodo altera multo facilius perficienda antlia pneumatica parva a Säuerwald mechanico Berolinensi constructa usi sumus, cujus vas recipiens stearina liquefacta, in qua carminum subtilissime distributum erat, implebatur. Ligni frustula in hoc vase recipienti aqua calida circumdato posita aere exhauriendo stearina injiciebantur. Lignum radicis *Araucariæ brasiliensis* huic fini, cum resina plane liberum sit, aptissimum apparuit; *Pini silvestris* vero radicis lignum longius alcoole digerendum eoque a resina liberandum erat. Quorum ligni generum utrumque idem fere exhibebat; utriusque cellulæ lignosæ stearina et carmino implebantur; radiorum medullarium vero cellulæ in *Araucaria* omnes stearinam quidem, nec vero carminum receperant; in *Pini* ligno autem radiorum medullarium cellularum series summæ et infimæ incrassatione anfractuosa maculisque parvis præditæ et ipsæ carmino impletæ erant; cum contra series cellularum radiorum medullarium intermediæ poris amplis præditæ stearinam tantum nec vero carminum recepissent. Segmenta tenera transverse et longitudinaliter utraque, qua perfici solent, directione e lignis stearina et carmino injectis excisa hanc rem certo certius proba-

verunt. Hic quoque certissimè nobis persuasum est, membranam pori canalem a maculæ interstitio separantem abesse, cum carminum haud interruptum ex cellularum lignosarum contiguarum utriusque lumine per pori canalem utrumque in maculæ interstitium transiret. Ubi cellula lignosa *Araucariæ* vero cellulam radiorum medullarium parietibus tenuissimis præditam attingebat, semimacula, si hoc verbo uti liceat, aderat, i. e. in cellula lignosa tantum pori canalis basi ampliatus erat, radium medullarem versus ab hujus cellula membrana tenera seclusus. Hic carminum ad membranam separantem tantum pervenerat nec vero in radii medullaris cellulam, quæ stearinam solum receperat, transierat. In *Pini silvestris* cellularum radiorum medullarium seriebus intermediis idem apparebat; pori magni semimaculæ demonstrabantur, i. e. cellulæ lignosæ parte tantum pori canales, a radii medullaris cellula membrana tenera separati, quæ hic etiam carmini in radii medullaris cellulas illas transitum impedierat, cum contra series radiorum medullarium cellularum summæ et infimæ incrassatione anfractuosa et maculis apertis præditæ carminum in lumina recepissent.

Si experimenti contrarii vice *Sambuci* medullæ frustulum vasi antliæ pneumaticæ recipienti imponeretur, cellulæ omnes stearina implebantur, sed cultro tantum apertæ carminum recipiebant; quanquam *Sambuci* medullæ cellularum parietes innumeri iisque satis amplis poris præditæ sunt. Porro, ne nobis objici possit membranam tenerrimam quæ secundum v. Mohl et sententiam a nobismet ipsis olim editam pori canalem a maculæ interstitio separet, aëre nimia vi exhausto disruptam esse radicis *Araucariæ* lignum siccum juxtaque eum *Sambuci* medullam siccam in stearinam liquefactam cum carmino mixtam imbuimus. Hic quoque *Araucariæ* ligni cellularum exteriorum maculas carmino repletas *Sambuci* contra medullæ cellulas integras stearina solum refertas invenimus. Cellulæ membrana ergo pori canalem obturans filtri materiis solutis permeabilis, insolutas vero retinentis effectum habet.

Si plantæ *Dicotyledonis* (*Rhizophoræ*, *Banhiniæ*, *Ipomœæ tuberosæ*) lignum siccum stearinæ cum carmine permixtæ imponatur,

antlia pneumatica adhibita, primum vasa mixtura implentur, et, ubi vas maculatum parenchymati lignoso aut cellulis radiorum medullarium contiguum est, semimaculæ cognoscuntur, i. e., hic quoque vasis parte tantum pororum canales basi ampliati, membrana tenera a cellula parenchymatis lignosi aut radii medullaris seclusi. Quos fines carminum hic quoque non transgreditur. Ubi vero vasa maculata bina juxtaposita sunt, maculæ perfectæ i. e. apertæ apparent e binis pororum canalibus basi ampliata contiguis ortæ, quæ hic etiam carmino implentur et communicationem apertam inter cellulas vasis contiguas binas sistunt. Sed carmino injecto vix opus est cum in plantis omnibus a nobis perquisitis, in primis in plantis vasis amplis præditis segmentis transversalibus tenerrimis accurate indagandis vasorum parietis lateralis cellulæ parenchymatis lignosi aut radii medullaris contigui semimaculæ distinctissime observentur, ubi vero cellulæ vasorum binæ contiguæ sint, macula perfecta interstitio, cujus origo in *Pino* et *Fraxino* a nobis descripta, prædita inveniatur.

In vasorum cellularum pariete ergo eadem lex observatur quæ in cellularum lignosarum (*Coniferarum* et verisimillime omnium cellularum lignosarum maculatarum) pariete, quod inter cellulas lignosas binas aërem continentes macula adsit vera, aperta, inter cellulam lignosam vero et cellulam radii medullaris succum retinentem macula clausa appareat.

Jam vero vasa succum, nisi series cellularum undique clausarum longitudinalium sint, non continere, usque ad hoc tempus autem cellulam quamque nucleum proprium habere inter omnes constat. Succo evanescente septum quoque, ut omnes sciunt, evanescit, qua re e cellularum clausarum serie tubus fit aëre refertus, qui vas designatur. Cellulæ lignosæ autem vasis vix tardius succum perdunt, quo evanescente ut supra demonstravimus septum inter binos pororum canales basi ampliata præditos obvium evanescit, ut per maculam communicatio inter cellulas lignosas binas efficiatur. Vasorum maculatorum autem maculæ, ut v. Mohl jam demonstravit, *Coniferarum* ligni maculis prorsus analogæ sunt; porro cellularum vasorum quarumdam plantarum septa scalæ instar perforata nihil sunt nisi septa maculis apertis prædita,

immo septa foramine rotundo perforata in cellulis vasorum plantarum aliarum (*Fraxini*, *Caricæ*) obvia secundum evolutionis historiam maculæ apertæ consideranda sunt. Itaque vix mirandum est, cellularum vasorum parietis lateralis cellulæ vicinæ, quæ et ipsa succum perdiderit contigui maculas foramina sistere.

Maculæ apertæ ergo inveniuntur : 1° inter cellulas binas æquales pariter aëre repletas, inter cellulas vasorum ergo aut lignosas binas juxtapositas ; 2° inter cellulas binas inæquales, sed pari modo præcociter aëre refertas, inter cellulas lignosas scilicet et cellulas radiorum medullarium serierum summarum et infimarum in *Pino*, quæ cum cellulis lignosis succum perdunt, et verisimillime inter cellulas vasorum maculatorum et lignosas.

Nec vero maculæ omnes apertæ sunt. Inter cellulas vasorum et parenchymatis lignosi, item inter cellulas vasorum, et radiorum medullarium *maculas clausas* obvias esse vidimus, etsi vas jamdiu succum perdiderit. Porro inter cellulas lignosas aëre repletas et cellulas radiorum medullarium succum diu retinentes (*Araucariæ* et *Pini*) maculas septo non evanescente præditas ergo clausas cognovimus, quæ si alterius cellulæ tantum paries conspicuam incrassationem exhibeat, alterius autem parum incrassatus sit, *semimaculæ* apparent (in *Araucaria brasiliensi* et vasorum scalarium *Alsophilæ* cellulis, nec non in vasis maculatis *Robiniæ*, *Caricæ*, *Avicenniæ*, etc.) ; si vero cellulis vicina quoque mediocriter incrassata sit, pororum canales basibus ampliatis septoque conservato, ergo quasi cellularum vasorum et vasorum sibi contiguarum succum adhuc continentium maculæ apparent (in *Fraxino*). *Palmarum* quoque (*Phœnicis dactyliferæ* et *Phytelephantis macrocarpi*) albuminis cellulæ succo semper repletæ pororum canales habent basi paulo ampliatos septaque conservant, quæ albumine cum kali caustico digesto in laminas binas diffindi possunt. Qui pororum canales superne inspecti propter bases ampliatas maculæ speciem exhibent, pori canalis ampliatione basali circulari orbiculum externum, ejusdem ostio angustiore et ipso circulari orbiculum internum referente. Maculæ vero semimaculæ a nobis designatæ eadem ex causa superne inspectæ eamdem speciem, quam maculæ veræ utraque parte explicatæ præbent, cum hic quoque pori canalis basis ampliata orbiculus externus seu

maculæ area, pori canalis pars angustior vero orbiculus internus seu porus, aut, fissuræ figuram si æmulet, fissura intra maculæ aream appareat. Albuminis nucis eburneæ (*Phytelephantis macrocarpi*) pori canales et cujusvis vasis parietis semimaculæ eadem ex causa polarisatione lucis sub microscopio adhibita in area inspecta (Gesichtsfeld) nigra idem exhibent, notissimam maculæ cruacem, in quam botanicorum animos jam pridem vertimus.

Membrana denique interstitium maculæ investiens a Th. Hartig primo observata, quam vere adesse præcipue in cellulis lignificatis negari non potest, macularum indoli a nobis expositæ nullo modo obstat, immo plane cum ea convenit. Quæ membrana nempe cellularum illarum stratum incrassans intimum novissimum considerandа est, quod pororum canales quoque ut inter omnes constat, quasi pellicula tenerrima investit et in cellulis cæterum lignificatis e cellulosa pura semper constat, ergoque solutione zinci chlorati cum iodo adhibita pellicula cœruleo aut violaceo colore tincta cellularum lignosarum et vasorum lumen totum nec non pororum canales investiens apparet. Quæ pellicula in *Leguminosarum* fossilium ligno in calcariam carbonicam mutato deletionem fugerat; eo cum acido hydrochlorato diluto digesto ergo tunica intima, cellulæ lumen, quod fuerat, definiens restitit, cellularumque lignosarum pororum canales quasi totidem processus apparuerunt, inter quos macularum interstitia ut cellulæ parvæ suspensæ erant, cum pororum canalium contiguorum binorum bases quoque ampliatæ eadem membrana investiente præditæ essent. (Fig. 2.) Maculæ interstitium ergo ut cellula intermedia consideranda non est; neque eo, quem Hartig suspicatus est, modo oritur.

In ligno *Teak* (*Tectonæ grandis*) ætate provecto sæpe striæ longitudinalis telæ in siliciam mutatæ e vasis maculatis et parenchymate lignoso constantis inveniuntur. Quorum vasorum in siliciam mutatorum cinis eamdem pelliculam intimam membranam siliceam exhibet, in qua pororum canales basibus ampliatis hic vero semimaculæ ut processus elegantissimi positi sunt, macularum ligni *Leguminosarum* fossilium cellularum lignosarum, de quibus supra diximus, compar præbentes. In *Coniferæ* cujusdam fossilis ligno denique ex toto in siliciam mutato segmentis transversalibus tenerrimis poliendo perfectis (Querschliffe) inspectis

maculæ hinc inde evolutionis stadiis diversis conservatæ apparuerunt. Cellularum lignosarum binarum pororum canales contiguos hic basibus ampliatis membrana integra separatos invenimus, hic ut in *Rhizophora* membranæ marginem in maculæ interstitium jam ortum prominentem, hic interstitium absque membranæ, quæ evanuerat, vestigio; idemque observari licet in *Pini silvestris* ligno autumnali, ubi septum item non semper resorptione evanescit.

Si denique e *Pini silvestris* aut aptius *P. canariensis* ligni segmentis transversalibus tenerrimis cum Kali chlorico et acido nitrico digestis tum acido sulphurico extractis substantiæ intercellularis rete liberum præparetur, hinc inde, ubi macula ipso medio dissecta erat, substantiam intercellularem maculæ interstitium ut pelliculam tenerrimam, pori canalis ostio perforatam investire observatur, et in segmentis transversalibus æque tenuibus acido nitrico substantiam intercellularem colore flavo tingenti adhibito idem apparet. In macula explicanda ergo ut in *Pino silvestri* fusius descripsimus, cellulæ lignosæ utriusque prominentia vitro horologii planiusculo comparanda vere plica circulari effici videtur, inter quam formandam substantia intercellularis massa adhuc liquida inter binas membranæ plicam circularem formantis laminas pervenit.

Si, ut ad finem perveniamus, maculam et pori canalem comparemus, eos proxime affines et principio vix inter se diversos esse invenimus, uterque cum locum cellulæ parietis stratis secundariis incrassati tenuiorem sistat, quo diosmosis ope inter cellulas vicinas succorum commutatio efficiatur. Utrique, maculæ et pororum canales, dum cellulæ succos continent, parietis foramina non sunt, sed parietum cellularum binarum contiguorum membranæ primariæ alterius pori canalem a contiguo alterius separant. Ubi vero in cellulis lignosis et vasorum, ut omnes sciunt, præcociter succus evanuit, maculæ membrana pororum canales binos contiguos separanti resorpta vera foramina fiunt eodem modo, quo cellularum vasorum suprapositarum septa transversa succo evanescente perforantur.

Jam si, ut in maculis semper fieri videtur, pori canales bini contigui basibus ampliati sint, membrana separanti evanescente maculæ interstitium quod dicitur oritur, plerumque lenticulare (in

cellulis lignosis et vasorum maculatorum maculis), rarius oblongatum (in vasis scalaribus *Filicum*, etc.). Sed inter cellulas tantum utraque parte aërem continentes septum evanescit, quod ubi cellula lignosa aut vasis cellulam succo repletam attingit, conservatur, ut in *Pini silvestris* ligno e radiorum medullarium cellulis disparibus præ cæteris conspicue patet. Jam fas esset *pori* terminum prorsus abolere et cum v. Mohl omnes cellulæ parietis stratorum, incrassantium loca tenuiora *maculas* designare, tum vero inter *maculas apertas* et *clausas* distinguere; cum vero formatio, pro qua maculæ terminum usque ad hoc tempus usurpavimus, a poro simplici pori canale basi ampliato abhorreat, itaque superne inspecta area circumdata appareat, et hoc pororum canalium genus, septo, permaneatne an evanescat non respecto, cellularum formis certis proprium sit, amplius quoque inter poros maculasque distinguemus *porosque* parietis cellulæ loca tenuiora basi non ampliata, quæ præterea nunquam foramina vera fiunt, vocabimus, cum *maculas* pororum canales basi ampliatos designemus et inter *maculas apertas* et *clausas* distinguamus.

Maculæ *apertæ* inter cellulas tantum quæ vivere desierunt, inveniuntur, *clausæ* contra plerumque inter cellulas altera parte aërem continentes altera succo repletas, raro ad proportionem multoque minus distincte explicatæ inter cellulas utrinque succum continentes (in albumine *Phœnicis dactyliferæ* et nucis eburneæ). *Pori simplices* denique cellulis semper succum continentibus nullibi cellulis aëre repletis contiguis proprii sunt. Parenchyma, ubi obvium et quomodo explicatum sit, non respecto, poros habet, qui, si parietem conspicue incrassatum perforent pororum canales vocantur, tum vero interdum parvam canalis plerumque angustissimi ampliationem transitum ergo ad maculas clausas exhibent. Epidermidis cellulæ et ipsæ poros habent, eosque in *Cycade* pori canale basi paulo ampliato. Cellulæ liberis et tubi cribrosi, nec non parenchyma lignosum cellularumque lignosarum formæ succum diu retinentes interdum immo amylum continentes (in *Boehmeria rubra* et *Datura arborea*) et ipsa poros habent; cellulæ lignosæ veræ autem succum præcociter perdentes vasaque quæ porosa dicuntur (maculata) veris maculis prædita sunt, quæ ubi cellulæ lignosæ et vasorum inter se contiguæ sunt, postea maculæ

apertæ fiunt. Maculæ apertæ et cellularum vasorum septorum-transversorum perforationes affines sunt ; utræque foramina cellulæ parietis succo evanescente demum orta, foramina in *Sphagni* folio cellulis nota foraminaque a Pringsheim aliisque in *Algarum* quarumdam organo femineo demonstrata cellulæ vivæ permanentis perforationes sunt. Foramina inter cellulas plantarum binas contiguas vivas permanentes nondum innotuerunt.

Radiorum medullarium cellularum *Pini silvestris* series summæ et infimæ maculis apertis præditæ ut cellulæ lignosæ per paucas hebdomades tantum succum continent, cum contra eorumdem radiorum medullarium series intermediæ maculis amplis clausis præditæ sæpe plus 30 annis succum retineant, et cum ductuum resiniferorum verticalium cellulis membrana tenera præditis sed per idem tempus succo repletis succorum in ligno veteri communicationem efficiant. Maculæ apertæ ergo una cum plantæ succorum communicatione normali adesse non possunt, sed in ligno jam emortuo cellulæ vivæ secretionibus favent, ut resinæ in *Pini silvestris* et *Abietis excelsæ* duramine depositioni ; item succi e tela viva in mortuam transitum, quæ inter succi abundantiam (ut in arboribus sanguinem effundentibus) fit, faciliorem forsan reddant, quem vero maculæ clausæ quoque impedire non possint.

ICONUM EXPLICATIO TABULÆ 9 B.

Fig. 1. 300 ies aucta. P. Segmentum transversum ligni radicis *Pini silvestris*, maculæ evolutionis historiam exhibens. R. Corticis cellulæ novellæ. C. Cambium. H. Lignum, cujus cellulæ quo magis a cambio remotæ perfectius explicatæ sunt, quod et ex forma et ex incrassationis progressu cognosci potest. a. ergo maculæ stadium novissimum, et d. maculæ perfecte explicatæ quæ septum jam perdidit ergo apertum inter cellulas vicinas canalem sistit b. c. gradus evolutionis intermedii. Lineæ punctis designatæ a. d. lateraliter ad orbiculos duos ducentes maculæ aspectum, si superne inspiciatur, explicant. Cellulæ lignosæ prope d. perfectæ sunt succumque jam perdiderunt. x. annuli annotini fines designat, lignum autumnale ergo anni præcedentis.

Fig. 2. 600 ies aucta. Pellicula intima (b) cellularum lignosarum ligni *Leguminosarum* fossilium, cellularum parte olim lignificata (a) remota; c. substantia intercellularis, t. maculæ interstitium, p. maculæ canalis.

SUR

LA FORMATION DE ZOOSPORES

CHEZ QUELQUES CHAMPIGNONS.

PREMIER MÉMOIRE.

Par M. Antoine de BARY,
Professeur de botanique à l'université de Fribourg en Brisgaw (1).

(Planche 13.)

Si multipliées qu'aient été en ces derniers temps les études relatives au développement des Champignons, elles ont cependant laissé sans solution beaucoup de questions importantes, surtout de celles qui ont trait à la germination des spores, en prenant ce mot *germination* dans son acception la plus large; car, d'une part, la germination d'un grand nombre de ces corps reste encore à observer, et de l'autre, celle qui l'a été n'a pu être suivie dans son développement que pendant un intervalle de temps insuffisant. Cependant les résultats obtenus par les recherches des mycologues s'accordent tellement entre eux sur un grand nombre de points essentiels, qu'on pourrait être, ce semble, autorisé à en déduire, pour l'ordre entier des Champignons, des lois générales, aussi bien que des caractères spéciaux qui distingueraient parfaitement ces végétaux, même des Algues avec lesquelles ils offrent le plus d'analogie. Les corps reproducteurs qui chez les Champignons ont été jusqu'à présent qualifiés de spores, consistent tous, si variées que soient leur structure et leur génération, en cellules pourvues d'une membrane distincte et

(1) Le mémoire que nous traduisons ici a été publié vers la fin de l'année 1860, dans les *Bulletins* ou *Actes de la Société d'histoire naturelle de Fribourg en Brisgaw ;* nous devons à une obligeante communication de M. de Bary les figures ci-jointes qui étaient demeurées inédites jusqu'à présent. (Trad.)

privées de tout mouvement propre. Quels qu'ils soient, lorsqu'ils germent, ils s'allongent en tubes cylindriques qui ont été souvent décrits, ou bien ils émettent des sortes de hernies sacciformes. Parmi ces germes, les uns s'accroissent indéfiniment en longueur, et constituent le réseau filamenteux propre à chaque espèce de Champignon, ou ils semblent tout au moins aptes à produire ultérieurement ce même réseau; d'autres au contraire, après s'être plus ou moins allongés, engendrent des spores secondaires, lesquelles possèdent certainement ou vraisemblablement la faculté de donner naissance à un byssus fertile. A aucun instant de cette végétation il ne se montre, pense-t-on, des corps comparables aux zoospores qui caractérisent tant de tribus différentes de l'ordre des Algues. Car c'est à peine si l'on peut tenir compte ici des cellules douées de mouvement qui se produisent lors de la germination des Myxogastres; ces derniers êtres en effet, comme je l'ai démontré ailleurs (1), sont placés à tort au rang des végétaux, ou bien ils constituent parmi eux un groupe tout à fait exceptionnel.

Cependant l'opinion commune des mycologues modernes, relativement à la germination des vrais Champignons, est positivement contredite par les observations de Bénédict Prévost, qui datent de l'année 1807 (2). Cet habile naturaliste, dont l'exactitude eût dû être constatée tant de fois depuis cinquante ans, décrit avec beaucoup de détails les phénomènes que lui ont offerts les spores de l'*Uredo candida* mises dans l'eau, et ce qu'il rapporte à ce sujet, si incroyable que cela paraisse, ainsi que j'en avais jugé moi-même, ne peut s'entendre aujourd'hui que d'une génération de zoospores. Toutefois nul observateur n'avait réussi jusqu'à présent à se rendre témoin des faits racontés par l'illustre génevois. M. Tulasne, aux citations duquel je dois la connaissance des travaux de B. Prévost, a vu germer, il est vrai, à la manière accoutumée, les grosses spores trièdres et jaunâtres qu'il a décou-

(1) Voyez le tome X du *Zeitschrift für wiss. Zoologie*, de MM. Siebold et Kölliker.

(2) Voyez son *Mémoire sur la cause immédiate de la carie, ou charbon des Blés, etc.*, publié à Montauban.

vertes dans le *Cystopus Portulacæ*, mais il n'a pu observer aucun phénomène certain de germination dans les spores cylindriques et incolores qui constituent la majeure part des corps reproducteurs du même *Cyst. Portulacæ*, et qui existent à peu près seules dans les *Cyst. candidus* et *C. cubicus* (1). M. Hermann Hoffmann, dans le cours de nombreuses expériences plus ou moins infructueuses, a vu ou cru voir germer quelques spores de *Cystopus*, et pour ce motif il se croit autorisé à refuser toute créance à une idée hasardée, pense-t-il, mise en circulation par B. Prévost (2).

Les recherches que j'ai faites durant ces derniers mois sur la multiplication des Champignons parasites m'ont fourni l'occasion de reprendre le sujet en question, et m'ont appris que non-seulement il est très facile de répéter exactement l'expérience de B. Prévost, et d'en retirer la conviction qu'il se forme des zoospores dans la classe des Champignons, mais encore que le *Cystopus* n'est point le seul genre de ces plantes où ait lieu un semblable phénomène.

Mes observations se sont particulièrement exercées sur le *Cystopus candidus*, parasite du *Capsella Bursa-pastoris*, et sur le *Cyst. cubicus* que nourrit le *Tragopogon pratensis*, et qui se distingue peut-être du premier comme une forme particulière du même type, sinon comme une espèce entièrement différente, tant par la forme que par la structure et le volume de ses corps reproducteurs. Les prétendues spores de ces Champignons, lesquelles sont, comme on sait, incolores, cylindriques ou ovales-cylindriques, sont des zoosporanges ou des cellules mères de zoospores. Les sème-t-on sur une goutte d'eau, en ayant soin qu'elles soient entièrement mouillées et non pas seulement déposées à la surface du liquide (ce qui s'obtient aisément si l'on applique une seconde lame de verre sur le verre porte-objet du microscope), alors les phénomènes suivants se produisent d'ordinaire au bout d'une heure et demie à trois heures. Les sporanges, comme par une cause endosmotique, absorbent rapidement une

(1) Voyez les *Ann. des sc. nat.*; 4e série, t. II (1854).

(2) Voyez le *Botanische Zeitung* pour l'année 1859, p. 210.

part de l'eau ambiante et se gonflent, leurs extrémités s'arrondissent en manière de protubérances; l'angle primitivement assez aigu qui sépare ces extrémités du corps du sporange s'élargit peu à peu, et bientôt le centre de l'une d'elles devient une papille large et obtuse dont la longueur égale la moitié du diamètre transversal du sporange, et qui par suite figure le col peu allongé du flacon auquel B. Prévost compare assez exactement le zoosporange.

Toute la capacité du sporange est uniformément remplie d'un *plasma* finement grenu et semi-transparent, dans lequel on voit se former en nombre variable des vacuoles de diverses grandeurs, pendant que le conceptacle subit dans sa forme générale les modifications dont j'ai parlé tout à l'heure. Plus tard le plasma semble semé de granules obscurs et plus volumineux, les grandes vacuoles disparaissent ordinairement, toujours même, dans les cas normaux; puis enfin des lignes très fines de démarcation partagent au même moment tout le contenu du sporange en portions polyédriques qui présentent chacune, dans leur centre, une petite vacuole faiblement teintée. Ces parts plastiques sont autant de zoospores normales. Leur nombre en chaque sporange varie de 5 à 8 chez le *Cystopus candidus*, et de 8 à 12 dans le *Cystopus cubicus*.

Quelques minutes après ce travail de partition intime, on voit les segments placés à la partie inférieure du conceptacle s'isoler un peu de la paroi de celui-ci, tandis qu'au contraire les segments supérieurs, ceux qui occupent la papille dont j'ai parlé plus haut, s'appliquent intimement à la membrane qui les enserre. Celle-ci pour ce motif se renfle en manière de vésicule, elle s'atténue, devient à peine distincte, de façon que le sommet de la papille semble bientôt pourvu d'une ouverture bien définie, large et arrondie. Par cette issue les zoospores sont poussées dehors une à une, sans qu'elles donnent le moindre signe de mouvement propre. Ainsi expulsées, elles prennent une forme lenticulaire que je décrirai plus bas avec soin, elles se groupent sous la vésicule dont j'ai parlé tout à l'heure et dont la présence se trahit rarement d'une autre manière, puis elles demeurent au-

devant de l'ouverture du sporange sous forme d'une masse globuleuse, compacte, qui imite à tous égards les zoospores groupées du *Pythium*, peu de temps après leur complète formation. (Voy. Pringsh., *Jahrb. f. wiss. Bot.*, tome I, p. 287, et t. II, p. 182.)

Aussitôt que le sporange est vide, les zoospores commencent à se mouvoir. Des cils vibratiles se montrent au bord de la vacuole mentionnée plus haut, laquelle vient s'appliquer au côté de la zoospore dirigée vers la périphérie de la sphère formée par les zoospores réunies; et grâce à ces appendices, le globe entier se meut d'un mouvement oscillatoire d'un côté sur un autre, en même temps que les zoospores se déplacent incessamment les unes par rapport aux autres. Finalement ces corpuscules s'éloignent du lieu de leur origine, soit que chacun d'eux s'isole alors de ses voisins pour nager librement dans le liquide ambiant, soit que le globe entier des zoospores quitte lui-même l'ostiole du sporange pour errer et pirouetter quelque temps à la manière d'une *Pandorina* et ne se dissoudre que plus tard en ses éléments constitutifs. Souvent après ce phénomène de dissociation, on voit encore deux ou trois zoospores réunies continuer de se mouvoir d'un mouvement commun. Cette génération des zoospores fait parfois place à une autre qui rappelle tout à fait celle qu'on observe chez les *Pythium;* le contenu du sporange en sort sans avoir encore subi de division, il prend dehors une forme plus ou moins arrondie et se fractionne seulement alors. Plusieurs fois je l'ai vu se détruire dans ces circonstances qui cependant, comme je l'ai aussi constaté, ne s'opposent pas absolument à la formation de zoospores normales.

Les zoospores libres affectent la forme d'une lentille épaisse, plane-convexe ou faiblement concave-convexe, et dont les bords sont obtus. Elles sont un peu plus aplaties dans le *Cystopus cubicus* que chez le *C. candidus*. Vues de face, elles présentent un contour, soit exactement circulaire, soit très largement elliptique; c'est sous une des faces et le plus souvent au-dessous de celle qui est tantôt plane et tantôt légèrement concave, que se trouve immédiatement placée une vacuole disciforme et bien limitée. Celle-ci est toujours fortement excentrique et même habituellement rapprochée de ce point marginal particulier qui, pendant le mou-

vement de la zoospore, regarde en avant, et trahit des pulsations rhythmiques, dès que cette dernière est complétement formée. Vers le centre du corpuscule on peut distinguer un second disque transparent, mais je n'ai pu m'assurer s'il constituait une autre vacuole ou une sorte de nucléus. Au bord de la vacuole pariétale et indicatrice du rostre, sont attachés deux cils, l'un plus court et dirigé en avant, vers l'extrémité rostrale, pendant la marche de la zoospore, l'autre plus long, diamétralement opposé au premier, et qui semble traîner après le corpuscule quand il se déplace. C'est là une disposition semblable à celle que j'ai signalée chez plusieurs espèces de *Pythium*, et les Saprolégniées, leurs alliées (voy. Pringsh., *Jahrb.*, t. II, p. 182). Du reste la structure des zoospores dont nous parlons correspond entièrement à celle que l'on connaît dans les genres *Pythium* et *Achlya*. Leur mouvement est tout à fait celui de la plupart des zoospores des Algues : c'est une translation, dans le sens du rostre indiqué par la vacuole, au moyen d'une rotation très vive autour d'un axe parallèle à la direction du mouvement.

Ce mouvement dure au moins deux à trois heures. Alors il se ralentit ; la zoospore paraît décrire des cercles de plus en plus étroits, puis elle se repose dans une complète immobilité, et ses cils disparaissent. A ce moment le corpuscule prend une forme plus globuleuse et paraît bientôt défini par des contours plus nets, car il sécrète autour de lui une enveloppe de cellulose qui malgré sa ténuité n'échappe point à une observation attentive. Les modifications ultérieures du corpuscule sont encore complétement analogues à celles que l'on sait depuis longtemps avoir lieu chez les Saprolégniées; des vacuoles s'engendrent dans le plasma, et celui-ci semble bientôt distinctement appliqué aux parois qui le renferment; puis la cellule émet d'un point quelconque de sa surface un tube mince et flexueux qui atteint sur le porte-objet du microscope une longueur 2 à 5 fois égale au diamètre de la spore, et dont l'extrémité devient claviforme ou se renfle en manière d'utricule, pendant que le plasma paraît cheminer peu à peu dans sa cavité.

Souvent, ainsi que B. Prévost l'avait déjà reconnu, les zoo-

spores, après être devenues immobiles, semblent se fondre et ne présentent bientôt plus qu'un amas irrégulier de granules. Quelques tentatives que j'ai faites pour constater la pénétration des filaments-germes dans les tissus de la plante mère ne m'ont donné jusqu'à présent aucun résultat satisfaisant. D'après ce que j'ai appris du *Peronospora*, comme je le dirai tout à l'heure, je me crois fondé à admettre que les *Cystopus* ne se comportent pas autrement; peut-être aussi pourrait-on accorder aux spores de ces derniers une faculté perforante telle que celle dont jouissent les *Chytridium*.

Que tout ce que nous venons de voir se passer chez les zoosporanges soit en effet conforme à leur sort normal et ordinaire, c'est ce dont il est facile de s'assurer. Si, après une pluie de quelques heures, on recueille l'eau qui s'est amassée dans la gaîne ou l'aisselle d'une feuille caulinaire de *Tragopogon*, chargée de *Cystopus*, on trouvera la plupart du temps dans cette eau tout à la fois des sporanges évacués et des zoospores en mouvement ou déjà germées.

En terminant ce que je voulais dire des *Cystopus*, je dois ajouter que je n'ai pas été plus heureux que M. Tulasne dans tous les essais que j'ai tentés pour obtenir la germination des spores ou sporanges de ces entophytes, tant que je me suis borné à les placer dans un air humide, ou sur une surface mouillée d'eau, en usant soit d'une feuille de la plante mère, soit d'une lame de verre.

Le second cas de génération de zoospores m'a été offert par le *Peronospora devastatrix* Casp., Champignon qui occupe dans la série générale des *Fungi* une place assez éloignée de celle communément attribuée aux *Cystopus*.

Les travaux nombreux dont le redoutable parasite de la Pomme de terre a été l'objet ont depuis longtemps appris que chacune des branches des *flocci* arborescents qui s'élèvent hors du parenchyme nourricier porte une grosse spore facilement caduque (*acrospore* Casp., in *Monatsb. d. Berl. Akad. der Wiss.*, mai 1855). Ces prétendues spores sont à peu près citriformes; elles sont ovales, terminées supérieurement par une petite papille obtuse, et munies à la base d'une sorte d'appendice ou de pédicelle court, qui

se distingue toujours aisément de la papille terminale en ce qu'il est coupé carrément. Elles sont faites d'une membrane assez résistante et visiblement épaissie dans la région papillaire ; leur contenu est un plasma finement grenu, uniformément réparti, et dans lequel il n'apparaît qu'après un assez long séjour de la spore dans l'eau, soit une grosse vacuole centrale, soit plusieurs vacuoles plus petites et éparses.

Ces acrospores présentent trois modes différents de germination. Elles germent d'abord en émettant ces filaments que produisent habituellement les graines des Champignons, et cette forme de germination déjà vue par beaucoup d'observateurs, a particulièrement été étudiée avec succès par M. Speerschneider (voy. le *Bot. Zeit.*, t. XV [1857], p. 121). D'après mes observations personnelles, les filaments-germes naissent constamment du sommet papilliforme de l'acrospore ; ils restent simples ou se ramifient de diverses manières, et possèdent la faculté de pénétrer dans les tissus de la pomme de terre en perçant la paroi de ses cellules superficielles. J'ai observé cette germination en semant les acrospores soit sur les tubercules de la Pomme de terre, soit à la surface humectée de certaines parties souterraines des tiges et sur les stolons, soit enfin dans une goutte d'eau sur le porte-objet du microscope.

La seconde forme de germination est caractérisée par la formation d'une spore secondaire. Du sommet de l'acrospore sort un tube simple qui acquiert en longueur deux ou plusieurs fois le grand diamètre de celle-ci ; puis son extrémité se renfle en manière de vésicule et semble peu à peu attirer à elle tout le plasma contenu dans le germe. Ce renflement terminal devient régulièrement ovale, ou plus souvent il affecte une forme un peu asymétrique et comparable à l'*oogonium* du *Vaucheria sessilis ;* puis, lorsque tout le contenu plastique de la spore est venu se renfermer en lui, il s'isole du filament-germe par une cloison et constitue une cellule distincte. La membrane constitutive de cette cellule et son contenu acquièrent tous les caractères que possèdent les mêmes parties dans l'acrospore ; l'épaississement du tégument dans son sommet (ordinairement un peu papilliforme) fait même rarement

défaut. Cette cellule secondaire ne diffère guère de l'acrospore primitive que par sa forme et son volume constamment moindres. Quant à son sort ultérieur, je ne sais qu'une chose, c'est que parfois elle engendre à son tour une spore tertiaire, par un procédé entièrement semblable à celui qui lui a donné naissance à elle-même (1). Cette production de spores de deuxième ou troisième ordre est un phénomène relativement rare, et qui n'a, selon toute apparence, qu'une importance secondaire. Ces mêmes spores ne naissent généralement qu'en petit nombre, mais elles sont toujours le fruit unique de la germination des acrospores dont elles procèdent, si l'on sème celles-ci sur un fragment de tige aérienne ou de feuille de Pomme de terre humecté et recouvert d'une cloche de verre. Je mets au nombre des cas isolés ceux dans lesquels j'ai vu ces spores secondaires naître d'acrospores déposées sur une goutte d'eau ou répandues sur les parties souterraines de la plante nourricière.

Le troisième mode de germination des acrospores, s'il est permis d'employer encore ici le mot de germination, consiste en ce que chacun de ces corps devient un zoosporange. C'est un phénomène qui s'observe très facilement, si l'on place des acrospores mûres et fraîches dans une goutte d'eau sur le porte-objet du microscope et sous une lame de verre. Au bout de trois heures quelquefois, mais plus souvent après environ cinq heures ou même un intervalle de temps plus considérable, on voit tout le contenu du zoosporange partagé par des lignes fines et transparentes en un certain nombre (9 à 16) de portions polyédriques dont chacune possède une vacuole centrale, arrondie et transparente. La forme du sporange et la condition de sa membrane constitutive sont les mêmes qu'au moment du semis. Bientôt après les parties du plasma les plus voisines de la papille terminale se contractent tout à coup et s'isolent de la membrane enveloppante générale, pour s'appliquer de nouveau presque aussitôt contre la

(1) M. de Bary a constaté plus tard que les spores secondaires peuvent aussi devenir des zoosporanges. (Voyez la description de la figure 8.)
(Note du Traducteur.)

papille. Celle-ci est poussée en dehors, puis devient promptement méconnaissable ; à sa place se forme dans la membrane du sporange un pertuis arrondi par lequel passent rapidement, les unes après les autres, toutes les parts plastiques emprisonnées, et chacune de celles-ci devenue libre prend aussitôt la forme d'une zoospore parfaite et commence de s'agiter. En peu d'instants toute la cavité du sporange est vide, et les zoospores sont toutes disparues du champ du microscope.

La zoospore parfaite est ovale ; elle est un peu aplatie d'un côté, pointue par le bout qui se dirige en avant quand elle se meut, et largement arrondie à l'extrémité opposée. Près de la pointe rostrale et immédiatement sous la surface du côté aplati existe une vacuole arrondie, des bords inférieurs de laquelle naissent en un même point deux cils inégaux, l'un, le plus court, dirigé en avant dans la marche du corpuscule, l'autre qui traîne après lui. De même que chez les *Cystopus*, on voit ici briller au centre plastique de la zoospore un cercle étroit et transparent. Par la manière dont celle-ci se meut, elle imite tout à fait les zoospores des *Cystopus* et de la plupart des Algues. Son mouvement dure environ une demi-heure et s'éteint dans les cercles que, avant d'entrer en repos, elle ne décrit plus qu'avec lenteur. Devenue immobile, la zoospore prend une forme régulièrement arrondie et s'allonge par un côté en un tube-germe ténu et courbé qui, en peu d'heures, acquiert une longueur égale à 3 ou 4 fois le diamètre de la zoospore. Au bout de douze à vingt-quatre heures, les germes accrus dans l'eau se sont considérablement allongés; le plasma primitivement contenu dans le corpuscule en germination en sort peu à peu complétement et s'en éloigne ensuite incessamment de plus en plus, à proportion de l'accroissement du germe. Quand celui-ci arrive à mesurer 10 à 12 fois le diamètre initial de la zoospore, sa portion inférieure, soit 1/6e ou 1/8e de sa longueur totale, est entièrement vide, aussi bien que la zoospore elle-même, et elle s'isole par une cloison de la portion antérieure du germe, laquelle est alors pleine de matière plastique. Les germes plus âgés poussent fréquemment dans

l'eau, sur le porte-objet du microscope, un ou plusieurs rameaux, puis ils finissent par se détruire.

Sème-t-on au contraire les zoosporanges sur des portions de la plante nourricière, alors si les autres circonstances sont également favorables, les zoospores s'appliquent et se fixent sur l'épiderme de ces fragments, elles donnent leurs germes accoutumés, et ceux-ci, après avoir rampé un instant au dehors, pénètrent dans les cellules épidermiques. Leur extrémité ainsi engagée acquiert aussitôt une épaisseur considérable, et s'accroît ensuite en un tube qui ressemble parfaitement aux filaments du *mycelium* adulte des *Peronospora*, et s'insinue bientôt dans les profondeurs des tissus de la plante hospitalière. La matière plastique que contient la zoospore passe très vite tout entière dans la portion du germe qui a pénétré dans l'épiderme; la base de ce germe restée en dehors et la cellule-zoospore demeurent vides et ne tardent pas à se détruire.

Tous ces phénomènes s'observent parfaitement, si les zoosporanges du *Peronospora* sont placés dans l'eau sur une grande plaque de verre, en même temps qu'on dépose au milieu du liquide un petit fragment bien vivant d'un turion de Pomme de terre. Dans ces circonstances on constate sans difficulté si, et à quel instant, la formation des zoospores a lieu; puis, lorsque après 18 heures environ on vient à enlever au fragment qui est plongé dans l'eau un lambeau de son épiderme, on y reconnaît aisément les germes pénétrant dans ses cellules. Les choses ne se passent pas autrement, mais d'une manière plus constante encore, si les zoosporanges sont répandus sur un sol convenablement humide; la pénétration des germes s'effectue en ce cas aussi bien dans les tiges normalement souterraines de la Pomme de terre que dans les portions enfouies de ses tiges aériennes ou foliifères. Dans ces mêmes circonstances les zoospores sont de beaucoup le produit le plus ordinaire de la germination des aerospores, et il n'est pas inutile de faire remarquer que ce sont de tels exemples qui m'ont conduit à la découverte des zoospores; car dans les recherches dont je publierai ailleurs les résultats, et qui avaient surtout pour

objet la maladie de la Pomme de terre, après avoir semé les acrospores sur les parties axiles et hypogées de cette plante, je ne retrouvais guère en abondance que des zoosporanges absolument vides, ouverts, et ces productions particulières que la suite de mes études m'a fait reconnaître pour des zoospores germées et partiellement introduites dans le végétal nourricier.

Les conditions extérieures qui déterminent le développement des zoospores et la formation des premiers produits de leur germination, semblent fort difficiles à apprécier, et je ne me hasarderai pas à le faire dans l'incertitude où je suis à cet égard. Celle-ci naît surtout de ce que bien souvent dans la même goutte d'eau, et toutes circonstances parfaitement égales, semblait-il, j'ai observé à la fois les deux modes principaux de germination propres aux acrospores, quoique la génération des zoospores constituât toujours le mode dominant.

Les faits acquis à la science et constatés par mes observations sont les suivants. Ainsi que je l'ai déjà dit, je n'ai jamais obtenu de zoospores en semant les acrospores sur les tubercules de la Pomme de terre. Si les acrospores sont répandues sur une terre humide ou sur des tiges enfouies, la formation des zoospores a lieu dans la plupart de cas, et souvent même à l'exclusion de toute autre forme de germination ; on peut dire la même chose des semis faits sur une goutte d'eau. Les zoospores s'engendrent aussi bien dans l'obscurité qu'à la lumière diffuse ; elles ne se produisent pas au contraire, ainsi que je m'en suis convaincu par mainte expérience, si le semis reçoit directement la lumière des rayons solaires, ou si, étant fait sur une lame de verre blanc, il est éclairé par la lumière que réfléchit le miroir concave du microscope. Les semis préparés dans ces dernières conditions, bien que protégés contre la dessiccation, ne donnent jamais de zoospores ; au bout de 10 à 12 heures, le plasma des acrospores semble ordinairement se contracter, et ces corps se détruisent ; quelques-uns ne subissent pas d'altération ; d'autres aussi émettent des filaments-germes. Place-t-on au contraire les mêmes semis recouverts d'une cloche de verre blanc et transparent, dans un lieu modérément éclairé, ou les protége-t-on contre la lumière sous une cloche

noircie, les zoospores se produisent en abondance. De telles préparations soumises à l'examen microscopique au moment voulu, montrent à la fois de nombreuses zoospores et des sporanges vides ; des sporanges à plasma fractionné donnent après quelques instants le spectacle de l'élargissement des zoospores ; d'autre, chez lesquels cependant une partition intérieure s'est déjà produite, mais peut-être depuis trop peu de temps seulement, ne subissent plus de modifications et périssent bientôt en contractant irrégulièrement leur noyau plastique ; jamais il ne m'est arrivé, même dans l'observation des semis les plus heureux, d'être témoin du partage de ce noyau : il a échappé à mon regard même chez les sporanges qui étaient le plus manifestement près de le subir, et dans le sein desquels se voyaient de petites vacuoles pâles, aussi nombreuses et aussi symétriquement disposées qu'elles devaient l'être après la division de la masse plastique.

Quant à la température à laquelle peuvent naître les zoospores, je ne saurais la préciser exactement ; j'observais ces corpuscules à la fin de l'été et en automne, et durant ce temps mes expériences parurent indifférentes aux variations presque continuelles du thermomètre placé à l'air libre.

Tout ce que je viens d'exposer autorise à penser que les acrospores des *Peronospora* autres que celui de la Pomme de terre, sont aussi des zoosporanges ; cette présomption ne peut cependant jusqu'ici s'étayer d'aucune des expériences que j'ai instituées pour la vérifier. Tous les semis que j'ai faits des spores des *Peronospora effusa* Desm. (du *Chenopodium album*), *P. ganglioniformis* Berk. (du *Senecio vulgaris* et du *Lactuca sativa*), *P. Papaveris* Tul., *P. parasitica* Tul. (du *Capsella Bursa-pastoris*) et *P. Alsinearum* (du *Stellaria media*), m'ont donné pour commun résultat que ces spores ont émis des filaments-germes, tantôt (suivant les espèces) de leur sommet, tantôt de leur paroi latérale, et que ces germes se sont rarement bien développés, quoique parfois ils aient commencé de se montrer peu d'heures après le semis ; tandis que des semis de *Peronosp. devastatrix*, disposés à côté des premiers et ne recevant pas d'autres soins, ne manquaient pas de produire des zoospores.

Si l'on suppose que les acrospores des *Peronospora* ci-dessus nommés, lesquelles sont bien manifestement des organes absolument analogues aux zoosporanges du *P. devastatrix*, se comportent toujours comme dans mes expériences, il ne s'ensuit pas nécessairement que ces mêmes *Peronospora* soient privés de zoospores. La plupart des espèces de ce genre de Champignons, ainsi que MM. Tulasne et Caspary l'ont fait connaître, possèdent une seconde sorte de cellules reproductrices, des endospores ordinairement plongées dans les tissus de la plante hospitalière, et je tiens pour extrêmement vraisemblable, bien que je ne possède pas encore de preuve certaine à cet égard, qu'après une période d'inertie plus prolongée que celle nécessaire aux acrospores, les spores endothèques remplissent comme ces dernières le rôle de zoosporanges.

De tout ce qui précède, et pour nous tenir seulement à ce qui demeure avéré de la génération des zoospores dans le *Peronospora devastatrix* et les *Cystopus*, il ressort deux choses. La première c'est que ces Champignons sont unis par tant d'affinités naturelles avec les autres genres et groupes de plantes du même ordre, qu'on est dès à présent assuré de trouver des zoospores chez d'autres représentants de la grande classe des Champignons. Ouvrir la voie à ces futures découvertes, tel aura été le but de cette première communication.

En second lieu, avec la preuve désormais acquise, du moins pour les exemples cités plus haut, que les Champignons possèdent des zoospores, s'évanouit le seul caractère morphologique qui distinguât ces végétaux des Conferves zoosporées (et des Siphonées). On ne saurait conserver de doute à cet égard, pour peu qu'on examine les Saprolégniées qui ont été décrites dans les écrits que j'ai déjà cités ; car d'un côté ces Algues touchent manifestement aux Siphonées, et de l'autre elles imitent, souvent jusque dans les moindres détails, les Champignons dont nous venons de parler, tant sous le rapport des zoospores que sous celui des organes de la végétation. De même il ne sera plus permis de voir dans les Champignons et les Algues deux groupes de même valeur que les différentes classes de Cryptogames archégoniophores ; c'est de la

totalité des Cryptogames privées d'archégones, qu'il conviendra de former une seule grande division du règne végétal, dans laquelle les Champignons et les Lichens constitueront un ou plusieurs groupes équivalents aux plus grands ordres reconnus aujourd'hui parmi les Algues.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 13.

NOTA. — Toutes les figures sont dessinées à un grossissement de 400 diamètres.

Fig. 1 à 9. *Peronospora devastatrix* Casp.

Fig. 1. Zoosporange plongé dans l'eau depuis peu de temps.

Fig. 2 et 3. Zoosporanges dont le contenu plastique est déjà partagé ; l'un deux (fig. 2) contient six zoospores, mais il n'en montre que quatre; l'autre (fig. 3) en renferme dix dont cinq seulement sont visibles.

Fig. 4. Ce même sporange à dix zoospores, vu dans l'instant où ces corpuscules sont mis en liberté.

Fig 5. Zoospores libres vues par divers côtés : *a*, zoospore tuée et colorée par l'iode.

Fig. 6. Sporange évacué, mais dans lequel deux zoospores sont restées emprisonnées ; elles y sont devenues immobiles, et l'une d'elles a germé.

Fig. 7. Zoospores germées dans l'eau et représentées à divers états de développement.

Fig. 8. Zoosporanges qui ont produit des *spores secondaires ;* l'un d'eux, *a*, a même donné une *spore tertiaire*. Le sporange *b*, que je n'ai rencontré qu'après la rédaction du texte de mon mémoire, m'a permis de voir directement des zoospores s'engendrer dans la prétendue *spore secondaire*, ce qui écarte toute incertitude sur la destination des formations de cette sorte.

Fig. 9. Zoosporanges (acrospores) dont le plasma s'allonge en tubes ou filaments-germes, tantôt simples (*a*), comme c'est le cas le plus ordinaire, tantôt diversement ramifiés.

Fig. 10 à 15. *Cystopus cubicus*.

Fig. 10. Zoosporanges plongés depuis peu dans l'eau.

Fig. 11. Autres dont le plasma se partage en zoospores.

Fig. 12. Les zoospores sortent de leur conceptacle : en *b*, elles se réunissent en une masse globuleuse, aussitôt leur élargissement, et demeurent au-devant de l'ouverture qui leur a donné passage.

Fig. 13. Autres zoospores ainsi agglomérées à l'ostiole d'un sporange, et sur le point de se dissocier.

Fig. 14. *a*, zoosporange dont le plasma présente de grandes vacuoles et reste indivis ; *b*, le même, vu dans le moment où sa cellule primordiale s'échappe avec son contenu également non fractionné ; *c*, cette même masse plastique vue libre et divisée en deux parts par une sorte d'étranglement médian : l'une des moitiés est déjà partagée en segments, l'autre est encore entière ; *d*, la même préparation vue un peu plus tard : elle a pris une forme régulière, oblongue, et s'est partagée en un grand nombre de zoospores tout à fait normales.

Fig. 15. *a*, zoospore agile vue ici par la face, là par le côté ; *b*, la même, devenue immobile et commençant à germer.

Fig. 16 à 18. *Cystopus candidus*.

Fig. 16. *a*, *a*, zoosporanges observés après complète partition de leur contenu ; *b*, autre zoosporange vu dans le moment de son évacuation ; *c*, autre qui vient de se vider ; *d*, groupe de zoospores sur le point de s'isoler les unes des autres.

Fig. 17. Zoospores libres et agiles ; près d'elles sont figurées des zoospores (*a*) tuées et colorées par l'iode.

Fig. 18. Zoospores devenues immobiles et mêlées à d'autres qui ont commencé de germer depuis plus ou moins de temps.

DE

LA VIE SEXUELLE DES PLANTES

ET DE LA PARTHÉNOGÉNÈSE,

Par M. KARSTEN.

INTRODUCTION HISTORIQUE.

Certaines plantes ne portent des fruits et des semences fécondes que lorsqu'elles croissent plusieurs ensemble dans le même lieu. L'observation de ce fait remonte aux temps les plus reculés, et ce sont les écrivains arabes qui en a fait mention les premiers vers l'an 900 de l'ère chrétienne, en assimilant ce phénomène à celui de la génération des animaux. La culture du Dattier, des Pistachiers, du *Carica Papaya*, etc., a fait pressentir aux expérimentateurs quelle pourrait être la valeur du pollen et de l'ovule végétal au point de vue de la production de la semence. Mais Clusius a été le premier botaniste qui ait signalé d'une manière précise le *Carica Papaya* staminifère comme plante mâle, et le *Carica Papaya* fructifère comme plante femelle.

John Ray (*Rajus*), par de nombreuses expériences et de nombreuses observations, est arrivé à la conclusion que les étamines des plantes mâles étaient absolument indispensables au développement de l'embryon dans les femelles. Mais c'est à R.-J. Camerarius, célèbre professeur de Tubingen, que nous sommes redevables de la première exposition scientifique de la théorie du système sexuel des plantes. Ce sont les recherches de ce savant botaniste qui ont servi de base au premier système logique du règne végétal, que Linné a livré, trente ans plus tard, à l'appréciation de ses contemporains.

Les travaux des Burckard, des Morland, des C.-J. Geoffroy, des Bradley, des Vaillant, des Blair et autres naturalistes, sont

venus élucider successivement différents points de la question de la sexualité des plantes, en complétant et en multipliant les observations déjà si nombreuses et si précises de l'illustre botaniste suédois. Ce dernier avait déjà démontré d'une manière indubitable que les plantes femelles du *Cannabis sativa* ne produisent point de semences fécondes, lorsqu'elles sont tenues soigneusement à l'abri de la poussière pollinique.

Les idées de Tournefort et de Pontedera sur la destination des étamines, idées qui, d'ailleurs, étaient basées sur des observations inexactes, ne pouvaient en aucune manière infirmer les faits exposés par Linné et par Dillenius. Les recherches de Needham (1745) et de Gleichen (1781) sur la structure du pollen et des papilles du stigmate, ainsi que les expériences de Kölreuter, dans lesquelles ce botaniste réussit à faire naître de véritables bâtards végétaux par la translation du pollen d'une plante sur le stigmate d'une plante d'espèce différente, sont venues au contraire fournir un point d'appui d'une haute valeur au système de la sexualité des plantes.

Les observations d'ailleurs peu exactes de F.-J. Schellver et de Henschel ne pouvaient suffire pour faire suspecter l'exactitude des résultats trouvés par Camerarius, Linné, Kölreuter et tant d'autres.

Par les travaux des anatomistes les plus éminents de notre siècle, le système de la sexualité des plantes est entré dans une nouvelle phase. Dès 1823, M. Amici avait pu observer l'allongement de la cellule secondaire du pollen. M. Brongniart, quatre ans plus tard, observait dans beaucoup de plantes des tubes semblables qui sortaient du pollen placé sur le stigmate, et des protubérances correspondantes qui sortaient par le micropyle. Il considérait ces dernières comme étant seulement des tubes conducteurs qui servaient à amener dans le sac embryonnaire, découvert par Malpighi à l'intérieur de l'ovule, la favilla du tube pollinique qui, d'après l'opinion de M. Brongniart et de Needham, se crève dans le parenchyme conducteur du cordon pistillaire. M. Amici, prenant ensuite ces tubes polliniques à leur point de départ sur le grain de pollen même, les a suivis à travers le parenchyme con-

ducteur du cordon pistillaire et de l'ovaire jusqu'au petit orifice de l'ovule découvert par Grew en 1671, et appelé *micropyle* par Turpin, et il les a vus pénétrer dans l'ovule même. Ainsi se trouvait vérifiée, par les recherches si exactes et si scrupuleuses de M. Amici, l'observation faite par S. Morland, que le pollen descendait à travers le cordon pistillaire jusque dans l'ovaire, et pénétrait dans l'ovule même par le micropyle. En partant du même point de vue, l'observation faite en 1811 par Richard, qui avait vu des filaments pénétrer dans les ovules du *Blyxa Auberti*, devient facile à expliquer d'une manière rationnelle.

Les recherches de Robert Brown, faites de 1831 à 1833 sur les familles des Orchidées et des Asclépiadées, dans lesquelles ce botaniste a répété les faits avancés par M. Amici, ont confirmé entièrement la découverte de ce dernier, qui avait raison de considérer l'allongement de la membrane intérieure du pollen comme se produisant par procédé végétatif aux dépens du liquide produit par le parenchyme conducteur, et non comme une simple dilatation de cette membrane.

M. Schleiden, suivant jusque dans le tissu même de l'ovule l'extrémité du tube pollinique qui pénètre dans son intérieur, a cru avoir trouvé chez un grand nombre de plantes les premiers éléments de l'embryon, à l'intérieur même du tube pollinique qui avait ainsi pénétré dans l'ovule.

Horkel, Wydler et Meyen (ce dernier du moins en partie), ont adopté l'opinion de M. Schleiden; et M. Schacht, dans son *Histoire du développement de l'embryon végétal*, ouvrage couronné par l'Institut royal néerlandais, a donné des preuves nombreuses de l'exactitude de la découverte de M. Schleiden. Beaucoup d'expériences et de recherches faites par moi-même m'ont déterminé à partager l'opinion de ces naturalistes, tout en considérant comme exacte, en thèse générale, l'opinion de M. Brongniart et de Meyen, que la réunion du contenu des deux cellules hétérogènes, c'est-à-dire du pollen et du sac embryonnaire, est seule nécessaire pour déterminer la naissance du nouvel individu, soit dans le tube pollinique, soit dans le sac embryonnaire, selon le degré de diffusion dominant dans les membranes en question.

Quoi qu'il en soit, dès 1835, Griffith avait observé à Calcutta, sur le *Santalum album* et sur l'*Osyris*, l'allongement du sac embryonnaire en un tube, tantôt plus long, tantôt plus court, qui sortait de l'ovule nu, et pénétrait jusqu'au spermophore. L'embryon ne naissait qu'à l'extrémité de ce tube, qui était en contact avec le tube pollinique. L'embryon du *Viscum* lui paraissait, au contraire, naître à l'intérieur du tube pollinique.

C'est en 1846 que MM. Amici, Mohl et Hoffmeister, ont définitivement adopté l'opinion que l'embryon ne se produit nullement dans le tube pollinique, mais provient du grossissement d'une cellule qui nage librement dans le liquide du sac embryonnaire, après qu'il a été atteint par le tube pollinique.

Après que les observateurs les plus éminents eurent exposé des opinions si différentes, M. Schleiden est venu reconnaître que, dans quelques cas, l'embryon pouvait, conformément à l'opinion de M. Brongniart, prendre naissance par la copulation du tube pollinique avec une cellule embryonnaire préexistante. Les savants que nous avons nommés plus haut, auxquels se sont joints plus tard M. Radlkofer, et enfin M. Schacht lui-même, qui, après les observations qu'il fit à Madère sur le *Gladiolus segetum*, a adopté exclusivement l'opinion de MM. Amici et de Mohl.

Aucun de ces anatomistes ne contestait le théorème relatif à l'origine sexuelle des plantes qui avait été proposé d'abord par Camerarius et par Linné. Il y avait seulement divergence sur la question de savoir si le nouvel individu naissait exclusivement : 1° dans le sac embryonnaire, ou 2° dans le tube pollinique, ou 3° par la réunion des deux organes, conformément à ce qui a lieu dans la copulation des Conferves. La grande majorité des botanistes tend actuellement à admettre que la cellule végétale contenue dans le sac embryonnaire peut seule fournir les éléments de l'embryon, et qu'il ne peut jamais en être de même du pollen, dont la matière ne peut exercer qu'une action fécondante.

Quoi qu'il en soit, la plupart des plantes, désignées sous toute réserve par Linné comme Cryptogames, ont été plus tard reconnues être Phanérogames. Le comte Leszczyc-Suminski, par l'examen des prothalliums des Fougères en 1848, a démontré d'abord

que les organes désignés par Hedwig comme étant les véritables anthères et les véritables pistils des Mousses, en remplissaient réellement les fonctions sexuelles. En 1850, j'ai moi-même envoyé du Venezuela à M. Ehrenberg, secrétaire de l'Académie de Berlin, la première histoire complète de la fructification d'une Conferve (*Vaucheria*); j'y confirmais entièrement l'opinion émise par M. Nægeli, que les deux ramifications de formes différentes qui avaient déjà été observées antérieurement par Vaucher étaient réellement des organes sexuels.

Ces deux travaux ont, en outre, fait connaître les formes définitives de l'organe fécondant des Cryptogames : dans un cas notamment, l'appareil moteur comparable à l'exine du pollen se développait d'une manière prédominante; dans l'autre, c'était la cellule comparable à l'intine du pollen dont le développement était plus prononcé. Toutefois, dans les deux cas, cette dernière était toujours l'organe fécondant proprement dit; mais sa fonction avait échappé à un grand nombre d'observateurs, soit que, dans les Cryptogames cellulaires, ils l'aient considérée comme une partie intégrante du filament spiral moteur, soit que, dans les Cryptogames vasculaires, ils aient observé des filaments spiraux, dont la cellule fécondante était détachée.

D'autre part, mes observations sur une espèce du genre *Vaucheria* m'avaient démontré de la manière la plus nette que la copulation des spirogyres, décrite antérieurement par Vaucher, était le mode de fécondation le plus simple, ce qui, du reste, est admis encore actuellement par la plupart des botanistes. Outre le cas où la fécondation de l'archégone nu s'opère au moyen d'une cellule globuliforme entièrement libre (fig. 5 *a*, pl. 9) qui sort par un orifice situé au sommet de l'anthéridie, dans l'intérieur de laquelle elle a pris naissance, s'accole contre l'archégone (fig. 1 *a*, pl. 9), et finit au bout de quelque temps par se réunir à ce dernier (fig. 1 *b* et fig. 2, pl. 9), de telle sorte que tous deux réunis forment la base du nouvel individu, j'ai observé quelquefois aussi que le sommet de l'archégone vient s'accoler contre l'anthéridie (fig. 3 *a*, pl. 9). La cuticule de l'anthéridie se résorbe alors au point de contact, et la cellule encore remplie de la substance

mucilagineuse, grenue, incolore, qui s'y trouvait, pénètre dans l'archégone : dans un cas de ce genre, j'ai vu une fois bien nettement (fig. 3 *c*, pl. 9) la cuticule de l'archégone repoussée à l'intérieur, tandis que la sécrétion qu'elle contenait diminuait pour faire place à la cellule qui y pénétrait.

Bien que ce mode de fécondation soit facile à observer dans son ensemble, les fonctions spéciales de la cuticule de l'archégone, lorsqu'on n'effectue pas sur la plante à l'état naturel les préparations convenables, sont cependant aussi difficiles à observer que celles du sac embryonnaire dans les plantes composées. Pour rendre ces fonctions sensibles à la vue, j'ai fait sécher les cellules pendant que leur réunion s'opérait : la matière colorante qui recouvrait la paroi intérieure de l'archégone se retirait alors du sommet, qui était rempli par la cellule qui y était entrée (fig. 23 *b* et *c*, pl. 9).

Lorsque la fécondation est terminée, l'archégone reprend l'aspect qu'il avait antérieurement ; mais, par transparence (fig. 4 *a*, pl. 9), on peut voir en son milieu la cellule qui y a pénétré, et qui présente une couleur brunâtre.

Le résultat des deux méthodes différentes, suivant lesquelles le contenu de l'anthéridie se réunit à celui de l'archégone, est toujours le même : c'est l'embryon d'une jeune plante qui prend la forme d'un tube simple ou très peu ramifié, soit immédiatement, soit aussitôt que les conditions favorables lui sont fournies. Si, en effet, après que la fécondation est opérée, on humecte la plante seulement assez pour qu'elle ne soit pas entièrement sèche, les germes qui ont pris naissance ne se développent pas : leur contenu se décolore entièrement, tandis que leur cuticule s'épaissit considérablement. J'ai conservé ainsi ces germes pendant trois mois. Par l'action de l'eau, ils se colorent de nouveau en vert, et se développent en longs filaments.

Les faits que je viens de signaler ici constituent la série complète des observations que j'ai faites il y a dix ans. Si je suis entré dans d'aussi grands détails, c'est afin de pouvoir les comparer avec les citations faites par M. Pringsheim, citations qui ont induit en erreur plusieurs écrivains modernes, qui ne se sont pas donné

la peine de vérifier l'exactitude de ces citations en remontant aux originaux.

M. Pringsheim, qui n'a pas eu connaissance de la plante observée par moi à la colonie de Tovar, près Caracas, mais qui a fait des observations sur des plantes qui présentaient beaucoup d'analogie avec elle, dit, en citant les faits exposés par moi : « D'après M. Karsten, l'extrémité de la cellule primaire des spores (*Sporenmutterzelle*) vient se mettre latéralement en contact avec la petite protubérance cornée; la membrane de cette dernière se rompt alors au point de contact latéral, et la cellule passe par cet orifice de la petite protubérance cornée dans la cellule mère des spores.

» En ce qui concerne la représentation de ce fait donnée par M. Karsten, je ne puis que penser que l'explication, jointe par lui à la figure, s'appuie sur une fausse interprétation de ce qu'il a vu.

» La petite protubérance cornée ne présente jamais d'orifice latéral. C'est par une circonstance due au hasard seul que, dans la figure donnée par M. Karsten, cette petite protubérance se trouve en contact avec la cellule primaire ; mais, dans cette figure même, la protubérance est complétement fermée à la partie inférieure, et surtout il n'était rien sorti de la protubérance cornée, ce qué, du reste, la figure de M. Karsten, qui représente la petite protubérance cornée encore pleine de son contenu plastique, démontre plus exactement que son interprétation. »

M. Pringsheim donne ensuite la copie de la figure 3 *c*, en omettant la figure 3 *b* qui représente l'anthéridie vide, et qui rendrait palpable l'inexactitude de sa reproduction si peu fidèle des faits exposés par moi.

M. Pringsheim lui-même, dans les recherches qu'il a faites sur le mode de fécondation des *Œdogonium*, des *Bolbochæte* et des *Saprolegnia*, a été forcé de confirmer les observations que j'avais faites sur les *Vaucheria*, par la découverte de relations sexuelles analogues dans les *Saprolegnia*. On trouve, en effet, dans ces plantes, deux modes de fécondation : l'un, par le mélange du contenu hétérogène de deux ramifications voisines, qui est comparable à la copulation et à la fécondation des *Vaucheria* représentées dans la figure 3 ; et l'autre, au moyen de vésicules munies de cils

mobiles, qui correspond à la fécondation des Cryptogames vasculaires d'un ordre plus élevé.

M. Pringsheim trouve dans ces différents modes de fécondation des caractères génériques : pour moi, je m'étais contenté, en 1830, de les considérer comme des formes différentes du même phénomène, déterminées dans une seule et même espèce par une végétation plus ou moins riche provenant d'une plus ou moins grande abondance de principes nutritifs.

Ce sont les travaux de MM. Thuret et Cohn qui nous ont surtout fait connaître ce mode de fructification des Algues, tandis que c'est à ceux de MM. Mettenius et Hofmeister que nous sommes redevables de nos connaissances sur la fécondation des Cryptogames d'un ordre plus élevé. Les travaux si scrupuleux de ces naturalistes et de plusieurs autres ont rendu incontestable ce fait qu'il existe dans les végétaux deux modes de multiplication ayant pour but la conservation de l'espèce : l'un, par prolification, s'opérant soit au moyen d'une seule cellule qui se détache du parenchyme, soit au moyen d'un ensemble de cellules (*propagulum* ou *gemme*) qui restent adhérentes à la plante mère qui leur a donné naissance ; l'autre, par reproduction proprement dite, déterminée par des relations sexuelles. C'est le mode de génération dont on a reconnu l'existence dans toutes les classes du règne végétal, à l'exception des Champignons et des Lichens. Dans ces derniers même, M. Ehrenberg a vu et admis des phénomènes sexuels. Plus tard, MM. Itzigsohn et Rabenhorst ont découvert dans les Lichens, et M. Tulasne dans les Champignons, des corpuscules qui fonctionnent comme anthérozoïdes.

J'ai observé aussi la fructification d'un Lichen dont je ferai la relation plus loin, et qui démontrera que ces végétaux, bien que de l'organisation la plus simple, présentent des fonctions sexuelles.

Ces différentes observations relatives à la fructification des Cryptogames nous apprennent, en outre, que son mécanisme (c'est-à-dire le mode de rapprochement des deux cellules hétérogènes) est d'autant plus variable que la structure des végétaux est plus simple. Il est tout à fait sans importance, pour l'acte de la végétation, que la cellule qui contient la matière fécondante (pollen,

anthérozoïdes, spermatozoïdes, etc.) soit ou non munie d'un organe moteur.

Les idées admises par Spallanzani, Henschel, Schelver, Bernhardi et par d'autres, que, dans les cas normaux, c'est par l'action de la cellule pollinique qu'il s'effectue dans l'ovule une production de nouvelles cellules constituant les éléments d'un nouvel embryon; mais que, d'autre part, un nouveau groupe peut aussi se former dans l'ovule sans l'influence fécondante du pollen, semblaient complétement réfutées. Mais les anomalies qui tiennent du miracle trouvent toujours des partisans.

En 1841, Smith publiait que le *Cœlebogyne ilicifolia*, cultivé au jardin botanique de Kew, ne présentait pas de fleurs mâles, et que, néanmoins, cette plante donnait des graines susceptibles de germer. Cette observation a engagé M. Naudin à répéter les expériences que Spallanzani avait faites sur des espèces du genre *Cannabis* et du genre *Mercurialis;* se fondant alors sur l'observation que des plantes femelles des genres que nous venons d'indiquer avaient donné des graines susceptibles de germer, bien qu'elles fussent isolées, et que le même fait s'était présenté pour un *Bryonia dioica* femelle cultivé dans un enclos où il ne se trouvait aucune plante mâle de même espèce, M. Naudin avait cru pouvoir affirmer que la fécondation de l'ovule végétal n'était pas indispensable pour la production d'un embryon normal.

M. Radlkofer (1857-1858), influencé par les observations de M. Siebold, qui croyait les œufs d'Abeilles et de Papillons non fécondés susceptibles d'un développement complet, prit pour point de départ les expériences de M. Naudin, pour proposer son système de la parthénogénèse des plantes; il oubliait que la production normale des bourgeons dans les plantes, et l'évolution anormale de l'ovule, qui présente de l'analogie avec la production des bourgeons, sont des phénomènes connus depuis longtemps, et qui correspondent au mode de reproduction des Pucerons et des Trématodes vivipares, ainsi qu'au développement des œufs d'insectes non fécondés.

Influencé par ses idées préconçues, il n'a pas remarqué non plus que les expériences de M. Naudin avaient été faites sur des

plantes polygames (1); c'est pour cette raison qu'il nous paraît vraisemblable qu'une fleur mâle dont la présence était masquée, ou bien une étamine qui s'était produite à l'intérieur d'une fleur femelle, avaient échappé à l'observateur.

Du reste, les observations faites par Smith sur le *Cœlebogyne* semblaient être pour M. Radlkofer une preuve suffisante à l'appui de son opinion de la parthénogénèse des plantes.

Les expériences que M. Radlkofer lui-même a faites à Kew sur le *Cœlebogyne*, dans le but d'étudier son ovaire, n'ont pas suffi, bien qu'il y eût du pollen à la surface de l'ovaire, pour lui faire penser que son opinion pouvait être inexacte.

Il en a été de même de M. Braun qui, la même année, avait fait disséquer par M. Deeke des ovaires de *Cœlebogyne* cultivés au jardin botanique de Berlin. Bien que M. Deeke ait reconnu qu'il y avait dans le sac embryonnaire de ces plantes une fécondation anormale de l'ovule, M. Braun n'a cependant pas hésité à présenter à l'Académie de Berlin ses idées sur la parthénogénèse des plantes. M. Braun appuyait son hypothèse sur les travaux déjà mentionnés de Henschel et d'autres observateurs plus anciens, et sur ce fait que l'on ne rencontre que bien rarement les plantes mâles du *Chara crinita;* aussi a-t-il admis, sans aucune hésitation, un mode parthénogénétique de reproduction pour cette plante.

Les observations faites par MM. Regel et Schenk ont eu pour but de démontrer que les expériences de M. Naudin, de même que celles de Spallanzani, de M. Lecoq, etc., qui avaient prétendu avoir constaté un développement analogue d'ovules non fécondés de *Spinacia* et d'autres plantes, étaient inadmissibles.

D'une part, M. Regel trouvait toujours des fleurs mâles avec les fleurs femelles sur la même plante; d'autre part, M. Schenk, dont les observations si précises, venaient concorder avec celles de

(1) L'auteur fait erreur : le *Cannabis* et la Bryone sont des plantes franchement dioïques, et nous rappellerons à ce sujet qu'en rendant un *Ecbalium* femelle par la soustraction de toutes les fleurs mâles, M. Naudin l'a rendu stérile, quoique cet individu fût placé au voisinage de la Bryone dont il est question. (Voy. *Ann. des sc. nat.*)

M. Regel, ne pouvait pas arriver à constater que des semences susceptibles de germer eussent pris naissance en dehors de l'action du pollen sur l'ovule végétal. Ces deux observateurs sont arrivés ainsi à tomber d'accord que, de toutes les plantes désignées comme parthénogénétiques, le *Cœlebogyne*, qu'il ne leur était pas possible d'observer, était la seule qui fît exception à la loi généralement admise. M. Schenk, s'en rapportant à l'autorité de M. Braun qui prétendait avoir observé cette plante pendant longtemps et de la manière la plus scrupuleuse, était convaincu de la réalité de cette exception. M. Regel, moins prévenu, n'avait pas une confiance aussi complète dans les indications du reste isolées de MM. Braun et Radlkofer. MM. Schenk et Regel, observateurs si exacts, se seraient très facilement convaincus que l'hypothèse de MM. Radlkofer et Braun était mal fondée, s'ils avaient pu observer un *Cœlebogyne* en fleur.

MM. Radlkofer et Braun prétendaient démontrer à priori, en partant de la structure d'une fleur mâle normale, que l'existence d'une fleur hermaphrodite dans les *Cœlebogyne* était impossible, bien que, d'après les observations que j'ai faites pendant deux ans au jardin botanique de Berlin, le cinquième des fleurs soit hermaphrodite.

On pourrait, sinon excuser, du moins expliquer par la rapidité du voyage, comment ces fleurs hermaphrodites ont échappé à M. Radlkofer; cependant le pollen trouvé sur le stigmate aurait dû le rendre plus circonspect. Mais ce qui est plus difficile à comprendre, c'est que M. Braun ait pu observer cette plante pendant plusieurs années, sans reconnaître qu'il y existait des fleurs hermaphrodites pendant tout le cours de l'été, depuis le commencement de mai jusqu'à la fin du mois d'août, et qu'il n'en ait pas reconnu la présence, même après que M. Decke eut démontré dans le sac embryonnaire l'existence d'un tube pollinique fécondant.

Cælebogyne, J. Sm.

Les fleurs hermaphrodites du *Cœlebogyne ilicifolia* que j'ai observées appartiennent toutes à la monandrie. La seule étamine développée est placée à la partie périphérique de la fleur ; elle alterne, à l'extérieur, avec le premier sépale inférieur et avec le quatrième qui l'avoisine, à l'intérieur avec deux carpelles. Quelquefois il existe encore une autre étamine moins développée, qui alterne aussi avec deux carpelles, et qui est presque opposée au troisième sépale. Les étamines sont fixées au torus ; la plus développée, qui présente la même longueur que les sépales, est composée d'un filet cylindrique, ascendant, qui se recourbe ensuite vers l'extérieur ; ce filet est épais, charnu, et s'élargit peu à peu en un connectif libre à l'extérieur ; à ce connectif est fixée une anthère ovale, réniforme, de couleur jaune orangé, s'ouvrant par une fente qui passe sur le sommet. Les loges parallèles, séparées l'une de l'autre, se réunissent dans la première période de leur développement ; cette réunion est déjà effectuée à une époque où l'étamine est encore entièrement cachée dans le calice et où le pollen n'est nullement développé.

M. Braun ayant eu occasion d'observer des fragments d'une inflorescence mâle conservés dans l'herbier de Kew, et qui sont considérés comme appartenant à un *Cœlebogyne*, décrit l'anthère comme oblongue, composée de deux moitiés réunies à la partie supérieure et à la partie inférieure, mais séparées au milieu par le connectif ; ces deux moitiés sont bombées plus fortement du côté extérieur où se trouvent aussi les fentes longitudinales destinées à la déhiscence (1).

(1) L'auteur entrant ici dans de longs détails relatifs à la valeur des termes *ovales* ou *oblongs* appliqués aux loges de l'anthère, ainsi qu'à la forme *entière* ou *échancrée* des stigmates, nous prions les lecteurs de jeter les yeux sur la planche 11 du tome VII des *Annales* (1857), qui représente les analyses des fleurs mâles et des fleurs femelles du *Cœlebogyne*. On comprend, en effet, que ni la forme des loges des étamines, ni celle des stigmates, ne sont d'aucune importance pour décider la question de la parthénogénèse que combat M. Karsten.

(Rédact.)

Les fleurs femelles que j'ai étudiées ont été prises sur les individus dont M. Braun a fait le sujet de ses observations. D'après ce botaniste, le calice de la fleur femelle du *Cœlebogyne ilicifolia* est partagé en cinq parties, et rarement en quatre. Pour moi, j'ai trouvé, au contraire, que le calice était complétement pentaphylle, et que les sépales étaient absolument libres et présentaient une préfloraison imbriquée, mais que jamais le calice n'était gamosépale, ni partagé en cinq parties ou lobé.

La forme du stigmate n'est pas non plus exactement celle qui a été décrite par M. Braun : ses lobes ne sont pas légèrement échancrés à leur sommet (*lobis expansis integris subemarginatis*), mais chacun d'eux est plus ou moins profondément crénelé à son bord supérieur, qui présente généralement trois ou quatre crénelures, rarement deux, et qui en est plus rarement encore entièrement privé. Enfin, les stigmates ne sont pas moulés et appliqués sur l'ovaire; dans les fleurs développées, ils sont plutôt horizontaux et un peu ascendants.

Une glande, de dimension assez grande, hémisphérique, aplatie à son sommet, par lequel s'effectue sa sécrétion, se trouve ordinairement de chaque côté de la base des sépales extérieurs ; une cinquième glande, semblable aux autres, existe souvent à la base du bord libre du troisième sépale.

L'inflorescence consiste en plusieurs fleurs femelles, réunies ensemble à l'extrémité des rameaux qui forment des épis très peu serrés, peu fournis, et présentant à leur sommet une belle fleur terminale qui se développe plus tôt que les fleurs latérales dont les supérieures tardent à suivre les inférieures.

Les fleurs, même celles qui sont latérales, ne sont cependant pas sessiles ; elles présentent des pédicelles, courts, placés à l'aisselle d'une bractée. Ces pédicelles sont munis de deux bractéoles qui portent ordinairement, comme les sépales, une glande de chaque côté de leur base.

Les bractéoles dont sont munis les pédicelles et le développement plus prononcé de la fleur terminale sont des preuves incontestables qu'il n'y a pas là véritablement un épi peu fourni, mais plutôt une cime dont les fleurs latérales ont des pédicelles si courts,

que la cyme présente l'aspect d'un épi, et qu'elle est une cyme spiciforme (*cyma spiciformis*).

Bien que la description du *Cælebogyne ilicifolia*, donnée par M. Braun, ne suffise pas pour constater que j'ai observé la même espèce que lui, cependant je suis convaincu de l'avoir fait, parce qu'il n'existe au jardin botanique de Berlin que trois *Cælebogyne ilicifolia* donnant des fleurs, et que j'ai eu occasion d'en observer deux.

Ainsi tombe le dernier point d'appui, bien faible du reste, de la parthénogénèse des plantes; ainsi aussi se trouve démontré d'une manière évidente le fait que la génération d'un embryon normal dans l'ovaire provient toujours de l'action fécondante du pollen.

Le pollen.

Le pollen du *Cælebogyne ilicifolia* est sphérique; il est formé d'une enveloppe très ténue, unie, sur laquelle on peut observer trois points disposés symétriquement, présentant une teinte plus foncée ou plus claire, et contenant un liquide dans lequel nagent un grand nombre de corpuscules solides, sphériques et ovales. L'iode les colore partiellement en jaune et partiellement en bleu.

Le degré différent de transparence des trois points dépend de ce que ces points sont encore recouverts de petits corpuscules sphériques d'aspect collenchymateux, ou de ce que ces petits corpuscules sont détachés, de sorte que, à la place des logettes dans lesquelles ils étaient fixés, il reste dans la membrane des taches claires, orbiculaires, présentant une teinte foncée sur les bords. C'est vers ces points que la membrane intérieure du pollen, que l'on ne peut pas distinguer sans employer des réactifs chimiques, se dirige dès que le pollen est arrivé sur le stigmate.

Les grains de pollen de l'anthère encore imparfaitement développée, enfermés quatre à quatre dans les cellules parenchymateuses primaires qui constituent dans chaque anthère quatre portions de parenchyme, présentent des enveloppes cellulaires plus épaisses. La cellule primaire spéciale (*special Mutterzelle*) y peut être observée avec netteté; mais elle s'épaissit déjà pendant la

complète liquéfaction de la membrane qui appartient à sa cellule primaire (*Mutterzelle*) et prend en même temps l'aspect d'une cellule collenchymateuse (pl. 10 en bas, à gauche). Ces cellules renferment quatre cellules du second degré, dont l'une, l'intine du pollen naissant, remplit presque seule sa cellule primaire, et contient encore un liquide homogène, trouble, mucilagineux, tandis que les trois autres ne se développent que très peu et sont comprimées par la première contre la paroi intérieure de la cellule primaire, de sorte qu'elles se trouvent enfermées entre la membrane extérieure (*exine*) et la membrane intérieure (*intine*) du pollen.

Ce sont les corps intermédiaires signalés par M. Fritzsche (*Zwischenkörper*) et qui ont toujours dans chaque espèce de pollen la même situation; cela vient sans doute d'une cause identique avec celle qui fait que les vésicules qui constituent les pores canaliculaires des cellules parenchymateuses correspondent toujours entre elles par leurs parois voisines.

En même temps que le développement des cellules polliniques avance, la cellule primaire collenchymateuse se résorbe de plus en plus et finit par être réduite à une pellicule très ténue, à peine visible, telle que nous la trouvons dans le pollen entièrement développé et mûr pour la fécondation. Elle finit même par être rompue sous l'influence d'un liquide résorbant par les trois vésicules qui s'échappent au dehors.

Au moment où, chez les *Cælebogyne*, ces petites cellules se détachent de la cellule primaire, on peut à peine reconnaître leur caractère spécial; leurs parois sont si épaisses, que leurs vacuums, ressemblant à celui de l'amylum, sont très étroits.

Quant à leur caractère génétique, ce sont des cellules ponctuées (*Tüpfenzelle*), et non des cellules poreuses (*Porenzelle*). Depuis les recherches de M. Fritzsche sur le pollen, nous savons qu'il existe souvent, dans des pollens entièrement développés, des corps intermédiaires qui sont de véritables cellules. J'ai dessiné dans mon *Flora Columbiæ* (t. I, pl. 44), le pollen du *Schachtea*, dans lequel on peut reconnaître aussi avec beaucoup de netteté la même circonstance. Les corps intermédiaires auxquels on peut reconnaître

indubitablement le caractère de vésicules, fonctionnent en même temps dans cette plante, de même que dans le *Cœlebogyne*, comme opercules (*Deckelchen*, Fritzsche); ils sont poussés en avant par la membrane intérieure (*intine*). Jusqu'à ce moment, ils formaient le canal ponctué (*Tüpfenkanal*) qui existe dans la paroi de la membrane extérieure (*exine*).

La longueur du canal dépend naturellement, en partie de l'épaisseur de l'exine du pollen, en partie de la dimension des cellules qui constituent les corps intermédiaires. Chez les *Cœlebogyne*, ce canal est excessivement court, tandis que, dans les *Œnothera* et les *Clarkia*, son développement est assez considérable. Non-seulement la cellule dont il est formé y est de grande dimension, mais, en outre, le canal, qui est en dehors de cette cellule, pénètre très profondément dans l'exine qui est très épaisse.

Le dernier travail de M. Schacht sur ce sujet nous montre encore combien il est indispensable de connaître exactement l'histoire du développement des corps organisés pour pouvoir se faire une idée juste de leurs relations de structure. Bien qu'il représente avec une précision admirable des coupes de pollen de *Clarkia* arrivé à maturité, il paraît s'être trompé cependant sur la nature des corps intermédiaires de ce pollen, de même que sur la nature des corps intermédiaires du pollen des *Cucurbita* et d'autres plantes, en les prenant pour des épaississements de l'intine.

Les cellules ponctuées du *Cœlebogyne* et des espèces analogues sont donc, de même que la cellule qui contient la favilla, des cellules secondaires par rapport à l'exine; mais on ne leur reconnaît ce caractère qu'en étudiant les différentes phases de leur développement. Elles n'atteignent, en effet, que les premiers degrés de leur développement, comme les cellules qui jouent le rôle d'organes sécréteurs : ce n'est que dans des cas très rares qu'elles renferment des sécrétions comme dans les *Onagraria* et les *Geranium*.

Elles ont évidemment pour fonction d'effectuer, par leur contenu si diffusible ou par leur membrane qui se gonfle dans l'eau et se transforme en mucus, la rupture de l'exine qui est restée ici très mince, et de procurer ainsi un passage qui permette la sortie

de l'intine après qu'elles ont été elles-mêmes expulsées au dehors ou dissoutes. Il est indubitable que la perforation de l'exine est effectuée partout par des cellules du même genre, lorsque le pollen mûr vient au contact de la sécrétion humide du stigmate ou de tout autre liquide de même nature.

Outre ces cellules, qui ont primitivement une valeur égale à celle de l'intine, on rencontre très fréquemment dans le liquide de l'exine des vésicules jouant véritablement le rôle d'organes sécréteurs, qui contiennent des huiles essentielles et d'autres sécrétions. Ce sont ces dernières qui contribuent surtout à produire la grande variété des formes du pollen en se développant sous forme de verrues ou d'aiguillons à la surface de l'exine, qui est ordinairement en partie résorbée, en partie transformée en lignin, ou bien en s'étendant uniformément dans tous les sens, jusqu'à ce qu'elles touchent les unes aux autres, et forment ainsi sur l'intine un tégument épidermoïde.

Dans les grains de pollen qui sont munis de plis, les parties des plis qui sont saillantes à l'intérieur ne présentent pas ce tégument. Des cellules endogènes naissent également dans les cellules ponctuées, souvent très nombreuses, qui constituent en partie les pores de l'exine : elles contribuent encore à augmenter la variété des formes du pollen.

M. Mohl, dans son excellent ouvrage sur le pollen, avait déjà émis l'opinion que la membrane extérieure du pollen doit être considérée comme un organe composé de cellules ou de rudiments de cellules reliés ensemble par un ciment homogène.

Mais ce célèbre anatomiste, prenant pour point de départ ses recherches sur la cuticule des plantes, a donné plus tard un exposé moins précis de la structure du pollen, qui a contribué à confirmer les idées fausses actuellement admises, d'après lesquelles la couche extérieure de l'épiderme est formée de matières qui proviennent d'exsudation, ou qui s'y sont déposées mécaniquement.

Il est bien à désirer que ces idées qui ont cours depuis une trentaine d'années, et qui mettent obstacle aux progrès de la physiologie, finissent par disparaître. Bien que les faits exposés dans

plusieurs des écrits que j'ai publiés n'aient pas pu les faire mettre à l'écart, je pense cependant que toute personne qui étudiera avec attention l'exposé que j'ai donné du mode de production de la résine et des couches cuticulaires cérumineuses, sera convaincue que les êtres organisés ne se produisent pas par un acte mécanique, mais bien par un acte dynamique.

Je viens de dire que, dans les cellules ponctuées qui sont accolées à la paroi intérieure de l'exine, et qui déterminent plus tard sa perforation, il se forme aussi de nouvelles cellules. C'est ce que l'on peut observer quelquefois sur les cellules ponctuées du bois des Conifères, et ce que l'on peut constater avec certitude sur le pollen d'une Bignoniacée, représentée dans la planche 4 de mon *Flora Columbiæ*, dont la membrane est tapissée d'une quantité de petites cellules ovales, qui ne sont pas complétement aplaties, et ne sont pas latéralement en contact les unes avec les autres : chacune d'elles contient elle-même un certain nombre (seize) de cellules (vésicules) tertiaires. Toutes ensemble forment le tégument de l'intine, parfaitement unie, qui y est enfermée. Après une courte macération dans l'acide sulfurique étendu, les cellules secondaires se séparent de la cellule primaire à la paroi intérieure de laquelle elles étaient adhérentes, et peuvent être enroulées sous une lame de verre. Les membranes de ces différentes générations de cellules ne prennent pas plus de développement : s'il en était ainsi, elles formeraient des figures comme celles que nous présentent les Synanthérées, les Nyctaginées, les Convolvulacées, etc. On doit seulement faire observer que, dans ces dernières, les cellules secondaires et tertiaires se développent souvent à la surface de l'exine sous forme d'aiguillons, ce que l'on peut reconnaître très nettement aux poils de l'épiderme. La structure des spores des Cryptogames, si bien expliquée par M. Mohl, nous fait connaître, en outre, d'une manière bien nette, la raison de la disposition réticulée de la surface de ces corpuscules qui se rapprochent tant des grains de pollen par leur mode de développement. Les spores des Acrostichacées, des Aspléniacées et des Aspidiacées, dont j'ai représenté quelques-unes dans l'ouvrage cité tout à l'heure (pl. 52 et 57), peuvent surtout confirmer

cette manière de voir. Les cellules endogènes, qui tapissent dans ce cas la surface de l'exine d'une couche qui y forme une sorte de tissu, ne présentant aucune discontinuité, ne sont pas aplaties dans ces spores comme dans presque toutes les autres, mais ressemblent aux cellules ponctuées (corps intermédiaires de Fritzsche), de forme polyédrique dans les groupes indiqués, tandis qu'elles sont de forme sphérique dans d'autres. Comme elles ne contiennent aucune nouvelle génération de cellules, il paraît par cela même fort douteux qu'on doive les ranger parmi les cellules ponctuées ou les vésicules poreuses, ce qui présente, du reste, peu d'importance lorsqu'il s'agit de comprendre la structure des spores. L'examen de ces spores enveloppées dans des cellules est surtout intéressant, en ce qu'elles présentent une sorte d'aiguillons que l'on rencontre à leur surface dans une période plus avancée de leur développement, et qui sont tout différents de ceux qui se produisent par un allongement des vésicules poreuses à leur périphérie.

Les parois des cellules qui constituent les spores, et qui, d'une part, touchent à l'intine, et, d'autre part, sont latéralement en contact les unes avec les autres, prennent seules plus de développement; mais leur développement ne s'effectue pas d'une manière complète; il s'effectue seulement de la manière indiquée, en commençant par les points où trois cellules se trouvent en contact les unes avec les autres. L'exine même et la paroi périphérique des cellules endogènes qui est en contact avec l'exine ne se développent pas, mais se détruisent plutôt dans les spores dont le développement est plus avancé, de sorte que les parties anguleuses qui se sont développées et les parois qui restent affectent la forme d'aiguillons ou celle de listeaux.

On peut rencontrer des productions semblables dans les pollens des Phanérogames, dans les pollens de *Cobœa scandens* par exemple, qui ont été assez bien décrits par M. Mohl. MM. Fritzsche et Schacht, au contraire, contestent que le tégument cellulaire et réticulé qui forme l'extérieur de ces pollens soit composé de véritables cellules. Ils le considèrent comme une exsudation qui, par des causes que l'on n'a pas pu déterminer, a pris la forme de plis.

Par l'examen de la marche du développement des pollens, on peut facilement reconnaître que les cellules, qui forment entre l'intine et l'exine une couche parfaitement continue, se lignifient de la même manière que les spores des Polypodiacées; mais nous devons remarquer, en outre, que les parois de ces cellules, qui sont latéralement en contact les unes avec les autres, deviennent porcuses en s'épaississant, et présentent une série de pores affectant une disposition radiée.

Cet épiderme cellulaire des spores des Fougères est du reste quelquefois partagé en trois parties limitées par des parois plus épaisses : ce qui peut faire penser que le tégument cellulaire de l'intine unie des Fougères est composé de trois cellules qui tapissent l'exine ténue et caduque des spores; ce sont ces cellules qui remplissent l'intervalle des deux membranes, et qui contiennent chacune un certain nombre de cellules endogènes.

Cette membrane des spores des Fougères, divisée en trois parties, nous ramène aux dispositions analogues des grains de pollen aux exines s'ouvrant par des opercules simples ou celluleux, lisses ou pourvus d'aiguillons.

Dans un grand nombre de Passiflores, on trouve trois opercules qui composent la presque totalité de la périphérie du pollen; dans les autres espèces de cette famille et dans les Cucurbitacées, les opercules sont plus petits. La formation des opercules de l'exine, qui est munie en outre de cellules sécrétoires se prolongeant en aiguillons, dépend évidemment de la cellule ponctuée (corps intermédiaire) qui aboutit à chaque opercule. Il est très probable que, dans les Passiflores, ce sont les corps intermédiaires de très grande dimension qui constituent eux-mêmes ces opercules.

Dans la planche 51 de mon *Flora Columbiæ*, j'ai dessiné le pollen du *Passiflora servitensis* avec ses trois grands opercules, qui sont repoussés par la pression qu'exerce l'intine en sortant au dehors.

L'examen de ce pollen démontre que les différentes couches que Fritzsche a observées dans l'intine ne sont pas toujours des couches d'une seule et même membrane; que l'intine même n'est pas tou-

jours la cellule du second degré, mais qu'elle peut être aussi la cellule du troisième degré.

Entre les deux couches de l'intine que l'on avait considérée jusqu'ici comme une membrane simple, il existe en effet une petite cellule ponctuée, que l'on peut facilement observer dans le pollen de beaucoup de Monocotylées ; il en existe trois dans le pollen des *Cœlebogyne* et de la plupart des Dicotylées. Il se forme donc dans l'intine deux cellules : dans l'une se sécrète la favilla, tandis que l'autre est destinée à faciliter à la première sa sortie de la cellule primaire. Le pollen des Conifères paraît présenter les mêmes dispositions, ainsi que cela résulte des observations de MM. Meyen et Schacht.

Dans les recherches qui seront faites ultérieurement sur le pollen, il sera bon de regarder si cette disposition existe. On devra aussi vérifier si ce sont les cellules ponctuées elles-mêmes qui donnent naissance aux opercules des différents pollens, ou si ces opercules sont formés d'une portion de l'exine, et sont le résultat de son contact avec une cellule ponctuée. Les deux cas peuvent se présenter. Il n'est pas invraisemblable que les cellules poreuses, qui sont fréquemment remplies de sécrétions, puissent, de même que les cellules ponctuées, servir immédiatement à la formation de l'opercule ; mais les opercules se produisent aussi sans le concours de ces cellules. Leur position et leurs dimensions sont déterminées par les cellules ponctuées contiguës, ainsi que cela a lieu dans les Cucurbitacées par exemple, dans lesquelles les cellules ponctuées (corps intermédiaires de Fritzsche) ne viennent pas se rattacher à l'intine comme couche épaississante, conformément à l'opinion de M. Schacht, mais existent d'abord à l'état libre entre les deux membranes, et viennent plus tard se rattacher plus fortement à l'exine. C'est pour cela qu'elle reste accolée à l'extérieur de l'exine, lorsque celle-ci se sépare de l'intine et se retourne, en sorte que la surface pourvue d'aiguillons est dirigée vers l'intérieur.

Les pollens des *Thunbergia* avec leur exine se développant en spirales rappellent surtout les spermatozoïdes des Cryptogames

vasculaires, et nous représentent une modification des spores des *Equisetum*, tandis que les pollens des *Ipomœa*, avec leur membrane pourvue d'aiguillons, ressemblent aux spores ciliées lignifiées des *Vaucheria*, ainsi que je l'ai montré dans l'exposé que j'ai donné du développement de ces plantes.

Chacun des cils de l'épithélium des spores ciliées des *Vaucheria*, de même que le cil des cellules anthérozoïques (*Antherozoïdenzellen*) et des filaments spiraux, est une vésicule qui, en se développant, donne naissance à un poil, dont les vibrations paraissent avoir pour cause le grand pouvoir absorbant de ses parois, dont le développement a été inégal, et les grands efforts de diffusion de son contenu. Ces vibrations continuent jusqu'à ce que la diffusion du contenu soit complétement achevée, et ce sont elles qui font avancer le corpuscule dont le cil fait partie.

Celui qui ne connaît pas le mode de développement de ces cellules peut seul penser que les cils sont des excroissances immédiates de l'utricule primordiale.

De la formation de l'embryon.

Le pollen du *Cœlebogyne ilicifolia* ne présente aucune particularité à partir de son arrivée sur le stigmate, jusqu'au moment où, en se développant, il arrive au contact du nucléus de l'ovule. L'amylum contenu dans l'intine et les vésicules azotées (vésicules mucilagineuses) sont passés à l'état liquide, et le tube pollinique, en arrivant au grand sac embryonnaire, le trouve rempli d'un liquide et, vraisemblablement aussi, d'un certain nombre de vésicules qui nagent à l'intérieur de ce liquide, et dont une partie renferme des nucléus.

Une ou deux des cellules qui nagent ainsi dans le liquide s'attachent à la paroi du sac embryonnaire qui est en contact avec le tube pollinique. Les cellules commencent alors à augmenter, et il n'est pas rare que, pendant un certain temps, l'augmentation soit égale dans deux cellules; cependant l'une finit par augmenter plus que l'autre, et constitue alors seule l'embryon (pl. 10).

L'expérience n'a pas encore suffisamment établi si la paroi du

tube pollinique qui se trouve en contact avec le sac embryonnaire est résorbée, ou s'il s'est simplement opéré une diffusion par exosmose du liquide qu'il contient.

Le plus grand nombre des rudiments de cellules contenus dans le liquide du tube pollinique, au moment où il arrive au contact du sac embryonnaire, servent à former l'albumen qui enveloppe l'embryon pendant qu'il se développe (pl. 1).

MM. Radlkofer et Braun pensent que cet embryon pourrait prendre naissance en dehors de l'influence du tube pollinique sur le sac embryonnaire, et ils basent leur opinion sur ce qu'ils n'ont souvent pas réussi à découvrir le tube pollinique. Ce raisonnement ne sera certainement pas admis par les personnes qui ont l'habitude de ce genre de recherches; en effet, même avec la plus grande adresse et la plus grande expérience, il arrive souvent qu'on ne peut pas reconnaître le tube pollinique dans d'autres plantes, bien qu'il y existe positivement.

Il reste encore à répondre à la question fort intéressante de savoir s'il faut plusieurs tubes polliniques pour déterminer le développement simultané de plusieurs embryons dans un sac embryonnaire.

Ces cellules embryonnaires paraissent préexister déjà dans le sac embryonnaire sous forme de vésicules à parois très ténues (auxquelles on a donné le nom de *vacuoles*), avant que le tube pollinique soit arrivé au contact du sac embryonnaire. On observe du moins ces cellules sans trouver le tube pollinique; mais cela n'est pas toujours une preuve qu'il manque réellement.

Dans quelques-unes des vésicules qui nagent librement au sein du liquide, et dont les parois deviennent alors plus épaisses et plus visibles, il commence à naître une nouvelle vésicule que l'on désigne sous le nom de *nucléole* (*Kernkörperchen*), tandis que l'on nomme *nucléus* (noyau) les vésicules qui nagent librement dans le liquide, et qui renferment la petite cellule secondaire (le nucléole), en admettant qu'il se dépose à leur périphérie une couche de cellulose qui forme la membrane de la cellule à laquelle la cellule, existant originairement, sert de noyau. Cela n'est cependant pas exact; au contraire, la membrane même se trans-

forme en cellulose; la vésicule, cellule secondaire ou nucléole, qu'elle contient, se développe en même temps, et il y apparaît une ou plusieurs nouvelles petites cellules.

Comme il est facile de reconnaître, à l'intérieur du sac embryonnaire, des cellules arrivées à des degrés très différents de développement, sans pouvoir rien préjuger de l'ordre dans lequel elles sont nées, l'observateur peut naturellement, en partant de là, émettre toute espèce de conjectures, et admettre, ou bien que les cellules extérieures se déposent peu à peu en couches sur la cellule intérieure, sur le nucléole, ou bien que les cellules intérieures prennent naissance au sein du contenu liquide des cellules extérieures, qui néanmoins continuent à se développer.

Bien que j'aie déjà traité ce sujet, en 1843, dans mon mémoire *De cella vitali*, dans lequel j'ai fait observer le premier qu'il existait des cellules secondaires qui ont été nommées plus tard par M. Mohl *utricules primordiaux*, et que j'y sois revenu fréquemment, je crois cependant nécessaire d'exprimer de nouveau ici mon opinion, qu'il ne s'effectue aucune production de membrane cellulaire de cette nature qui puisse venir se déposer sur un noyau mucilagineux, celluleux, etc. Une opinion pareille ne peut être basée que sur une fausse appréciation des faits observés, qui peut venir de ce qu'on ne connaissait pas les phénomènes que présente le développement de la membrane, dont j'ai signalé l'existence à l'attention des physiologistes, dans un mémoire récent (*Annales de Poggendorff*), dans lequel j'ai exposé la transformation de la cellulose en cire et dont j'ai déjà parlé.

Il faut nécessairement que les phénomènes physico-chimiques, qui constituent les différentes phases de l'accroissement des cellules, soient exactement connus avant que nous puissions avoir quelque espoir de comprendre les phénomènes physiologiques plus compliqués de l'organisme.

C'est, ainsi que je l'ai dit, par manque de matériaux pour faire mes observations que je n'ai pas pu mettre en évidence, dans le *Cœlebogyne*, si le contenu celluleux s'était déjà formé avant l'arrivée du tube pollinique au contact du sac embryonnaire, ce qui est vraisemblable, puisque, dans d'autres cas de graines sans em-

bryon, on peut reconnaître un commencement de production d'albumen, aussi le contenu celluleux n'a pris naissance que par l'action du pollen, et en outre, si la formation de l'embryon commence déjà dès que le tube pollinique se trouve à proximité, ou si le contact du tube pollinique avec le sac embryonnaire est nécessaire.

Ce sont des questions certainement bien intéressantes au point de vue de la comparaison des embryons ordinairement uniques des Pharénogames et des Cryptogames vasculaires, avec les embryons multiples, dans la plupart des cas des Cryptogames cellulaires et surtout des Mousses et des Hépatiques.

Dans mon *Flora Columbiæ*, j'ai rapproché les spores des Mousses de l'embryon (*Theilembryo*), provenant de la subdivision du sac embryonnaire, que l'on rencontre dans les Conifères : en effet, les spores contenues dans les sporanges des mousses, de même que les embryons des Conifères, proviennent de la multiplication d'une cellule fécondée, tandis que les embryons multiples qui existent souvent dans le sac embryonnaire des autres Phanérogames sont tous séparés l'un de l'autre et nagent en liberté au sein du liquide contenu dans le sac embryonnaire. J'en ai observé dix à douze dans un *Hymenocallis*, de trois à quatre dans les *Mangifera*, dans les *Steriphoma* et dans les *Socratea* : M. Schacht en a même observé jusqu'à cent dans le genre *Citrus*.

Par suite de la grande différence qui existe, au point de vue morphologique, entre les éléments fécondants des Cryptogames cellulaires et ceux des Phanérogames, on ne pourrait pas continuer au delà de ce point de suivre parallèlement la formation de l'embryon dans ces deux grandes subdivisions du règne végétal. Il n'est déjà pas certain que le contenu d'un seul grain de pollen suffise pour déterminer l'entier développement de plusieurs embryons et qu'un seul anthérozoïde soit l'équivalent d'une cellule pollinique. Et lors même que le fait serait reconnu, on ne pourrait jamais comparer les nombreux embryons des Mousses avec les embryons multipartites des Gymnospermes et avec les nombreux embryons libres des Angiospermes. Il faudrait considérer la cellule centrale libre des *sporangium* des Mousses, dans le premier

cas comme un ovule, et dans le second cas comme un sac embryonnaire.

De la connaissance exacte des phénomènes sexuels dans les Cryptogames de Linné, résultent donc les deux lois suivantes:

1° Les modes de fructification sont d'autant plus variés que la structure des organes végétatifs est plus simple.

2° Le nombre des embryons que produit chaque fructification, est d'autant plus grand dans les organismes que ceux-ci sont d'une structure plus simple.

L'examen du mode de fructification des *Cœnogonium*, dont nous allons nous occuper maintenant, fera encore mieux ressortir l'exactitude de cette dernière loi.

Cœnogonium, Ehrenb.

(*Horæ physicæ berolinenses*, 1820, p. 120.)

Character emendatus :

Thallus discoideus in ambitu crescens, contextu stuppeo, e tubulis confervoideis articulatis subvirescentibus, strato corticali simplici filamentoso albido cancellatim vestitis, intertextus. Apothecia terminalia et lateralia, primitus globosa, clausa, denique suborbiculata, scutelliformia, peltata, stipitata ; hymenio (disco) aurantiaco : ascis sporigeris, paraphysibus cylindricis apice globosis mixtis ; sporis octonis, ellipsoideis, bicellosis.

C. Linkii Ehrenb. Tubulorum articuli 0,045^{mm} longi, 0,010^{mm} in diam., gelatinam virescentem includentes; apothecia plerumque terminalia, subimmarginata. Habitat in Brasilia.

C. andinum Hrst (pl. II). Tubulorum articuli 0,12^{mm} longi, 0,035^{mm} in diametro, gelatinam virescentem includentes ; apothecia plerumque lateralia, albido marginata. Crescit in silvis montuosis Novæ-Granatæ et Venezuelæ ad arborum ramos ; altitudine 1600-2000 metr.

L'habitus de ces plantes, de même que la matière colorante verte, amorphe, contenue dans le tube central articulé, et les

apothécies, assignent à ces plantes une place parmi les Lichens où Ehrenberg et Koerber les avaient en effet placées.

Chacun des filaments cylindriques dont l'enlacement constitue le *thallus*, est composé: 1° d'un cylindre central articulé, formé d'une série de cellules endogènes dont les parois longitudinales, de même que les parois transversales, sont épaisses, se colorant en bleu par l'action d'une dissolution de chlorure de zinc iodée et ne se dissolvent pas dans l'hydrate de potasse; 2° d'une couche mince de tubes filamenteux, très ténus, se ramifiant et s'anastomosant, qui servent d'enveloppe au cylindre central; et 3° d'une cuticule, aussi très ténue, qui recouvre toute la plante. Les deux dernières couches ne sont pas colorées en bleu par la dissolution de chlorure de zinc iodée, mais se dissolvent dans l'hydrate de potasse.

Les ramifications des filaments ne sont pas en nombre très considérable: elles sont cependant assez abondantes pour qu'il puisse se former par l'entrelacement de tous les filaments horizontaux un *thallus* bien compacte. Ce *thallus*, à partir de son point d'attache sur le rameau, s'étend également dans toutes les directions.

C'est à la partie latérale de ces filaments que se trouvent dans le *Cœnogonium andinum* les apothécies de forme discoïdale qui sont rattachées au filament par un pédicelle très court, tant à la superficie qu'à la face inférieure du *thallus*: très rarement, il s'en trouve à l'extrémité terminale du filament. Dans ces apothécies, la partie discoïde est de couleur rouge orangé, tandis que les bords du disque sont blancs et ressortent d'une manière plus prononcée dans le jeune âge de la plante.

L'*hymenium* de couleur rouge orangé est formé d'utricules fusiformes (fig. 1, 6 et 15) qui renferment huit spores elliptiques, bipartites (fig. 12), et de paraphyses un peu plus longues, d'une forme semblable à celle des utricules, mais dont l'extrémité terminale est sphérique.

Les utricules fusiformes, de même que les paraphyses, sont supportées par des filaments courts, articulés, qui se prolongent par leur partie inférieure jusque dans la *matrix* qui est composée

de cylindres étroits, ramifiés, articulés, s'anastomosant et s'entremêlant entre eux (fig. 1 *m* et 5 *m*).

Cette *matrix* repose sur un tissu d'une structure semblable dont les cylindres sont plus larges, qui l'entoure et s'anastomose avec elle, et notamment avec la couche corticale qui forme aussi le bord de l'*apothecium*.

Cette utricule enveloppe d'abord entièrement l'*hymenium* naissant : et, pendant le développement de celui-ci, elle se rompt à son sommet et finit par former une bordure qui se développe par la partie supérieure conjointement avec le tissu de la *matrix* et de l'*hymenium* qui s'accroît dans la même direction.

Si l'on cherche à découvrir les premiers éléments des apothécies, on les trouve d'une forme tout à fait semblable à celle des ramifications les plus jeunes ; mais ils en diffèrent en ce que la cellule centrale de la ramification est rattachée au filament principal par une base large, tandis que, dans la ramification devenue sporange, la cellule centrale a pris la forme sphéroïdale et n'est pas attachée (fig. 7, 9 et 10 *a*). L'apothécie très jeune est globuliforme ; la ramification, lorsqu'elle est jeune, est conique.

C'est surtout par le mode de développement de la cuticule qui enveloppe la cellule centrale que ces deux organes sont très faciles à distinguer. Les filaments ténus, transparents, semblables au *mycelium*, qui enveloppent le cylindre central de la ramification du *thallus*, ne se prolongent pas également dans l'archégone ; ils constituent plutôt un tégument celluleux autour de la cellule centrale sphéroïdale qui est devenue libre par suite de la formation de cellules secondaires.

C'est cette couche de petites cellules vésiculaires qui représente dans cet organe les cellules, dont la réunion constitue le cylindre de l'archégone des Cryptogames vasculaires.

Quelques-unes des vésicules s'élèvent au-dessus de la superficie de l'archégone, et se séparent enfin de la cellule primaire (fig. 9 et 10), conformément à ce qui a lieu pour les trois cellules ponctuées du pollen des *Cœlebogyne*, ou pour les cellules ponctuées si nombreuses des Alsinées. Il reste dans le tégument de petites

ouvertures, que l'on peut également observer avec facilité dans l'archégone des Saprolegniées.

A la base de cette apothécie naissante (archégone), de forme sphéroïdale, se développent des ramifications de l'enveloppe corticale qui s'élèvent au-dessus de la superficie, et se développent de la même manière que dans les *Coleochæte* et les *Saprolegnia*, au-dessus de l'archégone, en s'y accolant et en s'élargissant par places en renflements qui contiennent un liquide mucilagineux, au sein duquel se trouvent des granules très petits. Ces renflements se trouvent placés, comme dans les *Saprolegnia*, au-dessus de petites ouvertures qui se sont produites par la séparation des cellules ponctuées ; plus tard, on observe que ces renflements sont vides.

Des cellules commencent en même temps à se former dans la cellule centrale de couleur verdâtre : quatre cellules secondaires prennent ainsi naissance, et en même temps la couche celluleuse (les cellules de l'archégone) qui enveloppe la cellule centrale, grossit, devient opaque, et masque les cellules qui y sont renfermées. Les ramifications qui entourent l'archégone jusqu'à son sommet se ramifient davantage, surtout à la base, et contribuent à retenir l'archégone qui continue à se développer à proximité de la ramification génératrice et des ramifications qui l'avoisinent, et forment autour de lui une sorte d'enveloppe cuticulaire.

Sur des coupes longitudinales très minces qui contiennent la couche moyenne de l'archégone naissant, on peut voir, quelque temps après la fructification, le centre entièrement rempli de grandes cellules à parois ténues, qui sont accolées quatre à quatre, et qui contiennent une substance trouble, d'aspect gélatineux. Dans quelques-unes de ces cellules, on ne peut reconnaître aucun corps de forme définie, tandis que dans d'autres on peut observer quelques petits granules ou petites vésicules. En étirant ou en comprimant la couche longitudinale sous l'eau, on peut arriver à isoler les cellules accolées quatre à quatre.

Sur des couches semblables d'un archégone dont le développement est plus avancé, on peut observer que ces grosses cellules à parois minces, qui sont produites aux dépens d'une cellule cen-

trale, libre, de l'archégone, sont remplies de petits corpuscules ellipsoïdaux. Ce sont indubitablement les vésicules ci-dessus décrites, arrivées à un degré plus avancé de leur développement.

Des coupes longitudinales d'*archegonium*, d'un développement encore plus avancé, mais cependant encore complétement fermées, montrent d'abord, avant d'avoir été entièrement pénétrées par l'eau, les groupes de cellules qui semblent contenir une matière granuleuse, et qui ont donné naissance au tissu central. Mais lorsque l'imbibition de la couche est complète, ce tissu représente un ellipsoïde symétrique, aplati à son sommet et à sa base; cette dernière est entourée d'une couche de tissu cyathiforme (la *matrix* qui s'est produite par la modification des cellules de l'archégone), qui présente des pores un peu plus petits que la cuticule; cette couche de tissu entoure le tout, et, au sommet, elle paraît couvrir immédiatement les grandes cellules qui ne peuvent plus alors être isolées. Si l'on déchire la couche longitudinalement, on reconnaît que les grandes cellules du centre s'entrelacent avec les tissus voisins, et que leur contenu, qui paraît granuleux, est composé de longues cellules cylindriques qui, fixées au tissu périphérique, sont isolées du côté du centre.

Ces filaments constituent une transition entre les utricules fusiformes et les paraphyses; elles ont un aspect gélatineux, ne sont pas uniformément cylindriques, mais ressemblent à un collier de perles, dont des spores à l'état naissant, placées l'une à côté de l'autre, constitueraient les segments.

En outre, les cellules de l'archégone (*matrix*) sont devenues filamenteuses, de même que le tissu cuticulaire, et ne peuvent plus être séparées de ce dernier, ni de l'hyménium, sans être déchirées. Ces trois formes de cellules s'anastomosent entre elles, en sorte que les utricules paraissent être les extrémités des couches cuticulaires.

En comparant ce développement de l'apothécie avec celui du sporange des Cryptogames cellulaires foliacées, nous trouvons dans la cellule centrale, d'abord libre, de l'archégone de celles-ci, qui, en se développant, forment un sporange (pendant que l'extrémité

inférieure, la soie future, s'accroissant par en bas, s'unit avec le *receptaculum*), un analogue de la cellule qui produit par elle-même l'hyménium : en effet, les extrémités périphériques de toutes les parties de celui-ci s'unissent aussi avec le tissu voisin.

C'est dans le cas qui nous occupe ici qu'il existe encore des cellules primaires des spores, même après le développement complet des sporanges, tandis que dans les Mousses elles sont résorbées avant le développement complet des spores. Au lieu des élatères que l'on rencontre dans les Hépatiques, il existe des paraphyses dans les Lichens.

Par une macération prolongée dans l'eau, la cuticule des jeunes *apothecium* se résout en cellules endogènes libres, que l'on peut reconnaître en ce qu'elles forment sur les ramifications libres des séries de cellules secondaires (fig. 2 *a* et fig. 5 *a*).

Ces cellules nous rappellent les spermaties trouvées par Itzigsohn, mais je n'ai pas pu réussir à y observer la motricité analogue à celle des anthérozoïdes, que MM. Rabenhorst et Itzigsohn avaient remarquée dans les spermaties.

Le mode de fructification du *Cœnogonium andinum* nous rappelle la copulation de deux ramifications de formes différentes des *Vaucheria* (pl. 9, fig. 3 *a*), dont les contenus hétérogènes déterminent par leur mélange la production d'un nouvel embryon, qui est d'autant plus certainement un produit sexuel, que, si l'on modifie l'habitus de la plante (1), les mêmes organes effectuent le mode de fructification décrit en deuxième lieu, qui se rapproche beaucoup du procédé normal (2) (pl. 9, fig. 1 *a*, et 1 *a* et *b*).

(1) J'ai fait ces observations, aussi bien sur des plantes placées entre deux plaques de verre sous l'eau que sur des plantes qui se développent sur un verre de montre par une légère humectation. Il n'est pas besoin de faire remarquer que, dans le dernier cas où les cellules se trouvaient dans une situation plus naturelle, aucune cellule ne pouvait nager dans l'eau, et c'est dans ce cas que s'est présenté le troisième mode (pl. 9, fig. 23), la copulation des deux cellules que l'on ne pouvait observer que dans d'autres formes (appartenant à une autre espèce), croissant sur une terre humide, qui portent ces cellules à l'extrémité de petits rameaux dressés. (*Bot. Zeitung*, 1852, p. 111.)

(2) J'ai représenté (pl. 5, fig. 9 *b*) un développement irrégulier et affecté

Le produit d'une fructification n'est pas dans ce cas un seul embryon comme dans les Mousses, les Hépatiques et quelques autres genres d'Algues (*Saprolegnia* et *Achlya*), mais plutôt plusieurs ou même un grand nombre d'embryons. En outre, la fructification du *Cœnogonium* ressemble à celle de l'Algue citée en dernier lieu, en ce que l'archégone ne reçoit pas la matière fécondante seulement d'un côté, mais en ce qu'elle la reçoit de plusieurs côtés à la fois.

Cet exposé du développement des apothécies du *Cœnogonium* montre le chemin que l'on doit suivre pour s'assurer de la fonction des spermaties d'Itzigsohn, en admettant qu'elle soit sexuelle, comme le supposent aussi MM. Rabenhorst et Tulasne. Ce ne sont assurément pas les cellules primaires des spores qui reçoivent la matière fécondante, mais c'est la cellule primaire qui a servi à la génération de tout l'hyménium, et qui est contenue dans l'archégone.

Où pourrions-nous chercher l'archégone? L'histoire du développement de l'apothécie nous l'apprendra.

Peut-être M. Speerschneider l'a-t-il déjà vu sur le *Ramalia calicaris*, sur lequel il a trouvé souvent les parois des gonidies garnies de matières celluleuses. Pour moi, je crois probable que la cellule de l'archégone du *Cœnogonium* correspond aux gonidies des Lichens à thallus foliacé; les observations de M. Speerschneider ne confirment pas le fait qu'il se développe également des gonidies dans les Lichens; mais ce phénomène, considéré comme métamorphose, n'est pas entièrement en contradiction avec un pareil mode d'interprétation.

Pour les Champignons, qui ressemblent tant aux Lichens par leur organisation, le développement suit assurément les mêmes lois; on ne doit pas s'attendre à y trouver une fructification des

de perturbation des deux cellules qui servent à la fructification. La perturbation vient indubitablement de ce que la cellule fécondante a atteint l'archégone nu trop longtemps après que sa cuticule s'était déjà épaissie. En effet, dans le cas où il existe une véritable copulation des deux cellules dont j'ai observé fréquemment toutes les phases, l'archégone est toujours couvert d'une cuticule très mince qui ne s'épaissit qu'après la complète réunion des deux cellules.

basides et des utricules fusiformes, mais on doit plutôt y rechercher la fructification dans les premiers rudiments de la chape.

Peut-être Ehrenberg avait-il déjà entrevu le mode de fructification de l'*Amanita rosacea*, en même temps qu'il observait la copulation du *Syzygites;* mais l'idée qu'un embryon doit immédiatement résulter de ce fait a empêché de poursuivre ultérieurement son développement.

M. Reisseck et moi nous avons déjà émis depuis longtemps l'opinion que beaucoup de formes végétatives, que l'on a considérées jusqu'à nos jours comme des espèces de Champignons, ne sont pas de véritables Champignons, mais des cellules du tissu végétal ou animal qui ont pris un développement anormal.

J'ai démontré le premier que l'*Hygrocrocis cerevisiæ* est formé de cellules de ce genre et de *mycelium* de Champignons. Il faut que l'on fasse souvent et sur une grande échelle des expériences semblables pour connaître les véritables limites inférieures du règne végétal, c'est-à-dire les espèces de plantes qui se multiplient réellement par propagation sexuelle, et pour les bien distinguer des excroissances morbides des organes élémentaires qui proviennent d'une nutrition anormale, et qui accompagnent en général un grand nombre de maladies des plantes.

MM. Bail et Hoffmann ont constaté une partie de ces faits, et, en répétant leurs expériences, j'ai toujours obtenu les mêmes résultats.

J'ai démontré par ces recherches que les segments qui se détachent du tube pollinique, et qui, par leur développement, donnent naissance à des Hypomycètes, ne forment pas de nouveaux tubes, mais prennent une forme tout à fait différente; d'autre part, MM. Hoffmann, de Bary, Bail et Caspary, ont constaté que des ramifications sporifères, de formes différentes, naissent sur un seul et même *mycelium*. Nous ne connaissons pas encore leur valeur relative; on ne sait pas si ces différences de forme sont produites par une nutrition inégale, et sont par conséquent des variétés ou des produits pathologiques, ou s'il existe dans une véritable espèce de Champignons deux organes différents servant à la génération sexuelle, cas dans lequel on pourrait supposer qu'ils appartien-

nent, comme le *Syzygites*, au *prothallium* d'une espèce de Champignons d'un ordre plus élevé.

En résumé, le résultat de toutes ces recherches est le suivant : Dans toutes les véritables espèces de plantes, outre la multiplication non sexuelle des individus par des cellules qui se séparent de la plante ou par des bourgeons, il existe aussi une reproduction des espèces par des embryons provenant d'une génération sexuelle. Jamais un embryon d'un développement normal ne se produit dans l'organe destiné à cette fonction sans le concours d'une matière fécondante; il n'existe donc pas de parthénogénèse dans les espèces du règne végétal.

A M. L. R. TULASNE.

DE LA VIE SEXUELLE ET DE LA PARTHÉNOGÉNÈSE DES PLANTES.

Dans un premier chapitre, l'auteur donne un résumé historique de nos connaissances en ce qui concerne la fructification des plantes. C'est par un grand nombre de recherches morphologiques et anatomiques que l'on était parvenu à constater qu'il existe indubitablement des organes sexuels dans les Phanérogames, et que l'embryon prend naissance dans le sac embryonnaire par le contact du tube pollinique. Quant aux Cryptogames de Linné, c'est M. Suminski qui, en 1848, a observé le premier la fructification des Fougères; d'autre part, MM. Mettenius et Hofmeister ont observé celle des Cryptogames vasculaires et des Cryptogames cellulaires munies de frondes; enfin, j'ai moi-même exposé le premier, en 1850, la fructification d'une Algue (1). Il a été ainsi reconnu que, dans toutes les plantes, à l'exception des Lichens et des Champignons, la formation d'un embryon normal provient de fonctions sexuelles.

Cependant l'idée que, dans certains cas, un embryon normal

(1) Les *Recherches sur les zoospores des Algues et les anthéridies des Cryptogames* de M. G. Thuret, ainsi que le *Mémoire sur les organes reproducteurs des Algues* de MM. Solier et Derbès, ont été couronnés par l'Académie des sciences en 1847, et publiés en 1850 dans les *Annales*, 3e série, t. XIV. (Réd.)

pouvait aussi naître en dehors du concours d'un organe mâle, a reparu à différents intervalles. On a allégué, comme preuve à l'appui de cette hypothèse, les observations faites sur les genres *Spinacia*, *Cannabis*, *Bryonia* et *Cœlebogyne* ; mais les expériences de MM. Regel et Schenk sont en contradiction avec ce théorème, qui est surtout soutenu actuellement par MM. Naudin, Radlkofer et Braun; dans ce travail, je prouve que le *Cœlebogyne* est une plante polygame, dont on n'avait pas observé jusqu'à présent les étamines.

Les autres chapitres de ce même travail traitent de la structure du pollen du *Cœlebogyne*, ainsi que de cette structure du pollen et des spores en général, et leur développement est comparé avec celui des spores ciliées et des anthérozoïdes.

J'examine ensuite la formation de l'embryon dans le *Cœlebogyne*, et comme il se produit souvent plusieurs embryons, je suis amené à considérer la polyembryonie en général, phénomène assez commun chez les Phanérogames. Chez les Angiospermes, ces embryons nagent au sein du liquide du sac embryonnaire; chez les Gymnospermes, les embryons multiples sont en partie formés par la subdivision d'un seul embryon contenu dans le sac embryonnaire. Les Cryptogames cellulaires les plus simples viennent par suite se rattacher à ces Gymnospermes; en effet, dans ces plantes aussi, une seule cellule fécondée peut donner naissance à un grand nombre d'embryons. C'est un fait reconnu chez les Mousses, ainsi que chez quelques Algues qui, en ce qui concerne le nombre des embryons qui ont pris naissance dans une seule fécondation, se trouvent dans le même cas que les Cryptogames cellulaires les plus rapprochées des Cryptogames vasculaires. Jusqu'ici on ne connaissait ni le mode de fécondation des Champignons et des Lichens, à l'exception de celui du *Syzygites*, ni le mode de développement de l'embryon. Je les ai montrés le premier sur un Lichen de l'Amérique tropicale, le *Cœnogonium andinum*.

Deux lois résultent de ces recherches :

1° Les modes de fructification sont d'autant plus variés que la structure des organes végétatifs est plus simple.

2° Le nombre des embryons que produit chaque fructification est d'autant plus grand que les organismes sont d'une structure plus simple.

Il résulte, en outre, de toutes ces recherches que :

Dans toutes les véritables espèces de plantes, outre la multiplication non sexuelle des individus par des cellules qui se séparent de la plante ou par des bourgeons, il existe aussi une reproduction des espèces par des embryons provenant d'une génération sexuelle. Jamais un embryon d'un développement normal ne se produit dans l'organe destiné à cette fonction sans le concours d'une matière fécondante; il n'existe donc pas de parthénogénèse dans les espèces du règne végétal.

Il faut bien distinguer de ces véritables espèces de plantes les cellules d'un développement anormal appartenant à un tissu végétal ou animal, comme celles de l'*Hygrocrocis cerevisiæ* et d'autres végétaux cellulaires, que l'on rencontre sur les plantes malades, et dont Reisseck et Unger ont fait voir, comme moi, la nature, il y a déjà plusieurs années.

OBSERVATIONS

SUR

LA GERMINATION DU *MILTONIA SPECTABILIS*

ET DE DIVERSES AUTRES ORCHIDÉES,

Par M. Ed. PRILLIEUX.

Des graines de *Miltonia spectabilis* parvenues à maturité dans les serres de madame Pescatore à la Celle-Saint-Cloud, puis semées par les soins de M. Aug. Rivière, aujourd'hui jardinier en chef du palais du Luxembourg, ont germé en grand nombre, et il m'a été permis de suivre pas à pas les premiers développements de cette belle Orchidée. J'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de publier mes observations à ce sujet, et de retracer avec quelque détail les transformations que subit l'embryon d'une Orchidée quand il germe. Mais pour bien saisir l'importance des phénomènes tout spéciaux qu'offre cette germination, il est nécessaire de se faire une idée exacte de la structure que présente l'embryon dans la graine avant de germer; j'indiquerai donc tout d'abord comment la graine mûre (1) est organisée dans un assez grand nombre d'Orchidées exotiques, et en particulier dans diverses espèces de *Miltonia*, de *Pleurothallis* et de *Catasetum*.

Ces graines, extrêmement ténues, sont formées d'un petit corps celluleux, ovoïde, plus ou moins allongé, qu'enveloppe une sorte de sac membraneux, fort grand d'ordinaire, eu égard au volume du globule celluleux qu'il contient, et qui donne aux graines cet aspect singulier, que l'on a fort bien indiqué en les comparant à de la sciure de bois (*semina scobiformia*). Ce sac est formé de cel-

(1) J'ai considéré comme mûres les graines sorties de fruits qui s'étaient ouverts naturellement, quand même il ne m'a pas été possible de m'assurer qu'elles fussent aptes à germer.

lules allongées, dont les parois contiguës, qui sont assez épaisses, dessinent sur la membrane qu'elles composent une sorte de réseau ; le plus souvent, ces cellules sont marquées de fines stries transversales ; elles sont du reste toujours facilement reconnaissables durant les premières phases de la germination. Ce sac est le *testa* de la graine.

Le corps ovoïde qu'il contient est formé uniquement de cellules ; c'est l'embryon qui ne présente ni cotylédon, ni gemmule, ni radicule, et n'est rien autre chose qu'un globule celluleux plus ou moins allongé, qui porte seulement, du côté qui regarde l'ouverture du sac (*testa*), un prolongement celluleux, que l'on voit très nettement dans la graine mûre d'un assez grand nombre d'espèces. Ce prolongement, tantôt simple (*Maxillaria punctulata*), tantôt rameux (*Pleurothallis clausa*, *Pl. racemiflora*, *Restrepia vittata*), est formé de petites cellules placées bout à bout, et disposées sur un rang (*Maxillaria*) ou deux rangs (*Miltonia*, *Catasetum*). (Voy. pl. 14, fig. 1-5.)

Cette organisation, extrêmement simple, est, ce me semble, tout à fait comparable à celle qu'offrent les embryons monocotylés ou dicotylés à une certaine période de leur développement, où, eux aussi, sont uniquement formés par un petit corps celluleux à peu près sphérique (globule embryonnaire), qui porte à son extrémité un prolongement celluleux (suspenseur). Mais tandis que, dans les autres plantes, l'embryon ne fait que passer par cette forme, qui pour lui n'est que transitoire, ici au contraire cette structure rudimentaire est permanente ; l'embryon ou plutôt l'ébauche d'embryon s'arrête à ce point de son développement, et n'atteint jamais dans la graine la forme plus compliquée d'embryon monocotylé. L'embryon que contient une graine mûre d'Orchidée peut donc, ce me semble, être considéré comme un embryon monocotylé, dont le développement s'arrête avant qu'il soit entièrement formé, et qui naît, si l'on peut ainsi dire, normalement avant terme. Il est cependant viable, il est capable de germer ; mais on conçoit aisément que ce rudiment d'embryon soit beaucoup plus délicat que l'embryon parfait des autres plantes, et que sa germination ne puisse se faire que dans des conditions particulièrement

favorables. En effet, on a rarement réussi à obtenir des Orchidées de semis, et l'on ne possède encore, touchant leur mode de germination, qu'un petit nombre de faits isolés.

Ma première observation du développement des graines du *Miltonia spectabilis* remonte à la fin du mois de mai 1858. A ce moment, elles commençaient seulement à germer.

Au commencement de la germination, le corps embryonnaire se colore en vert, grossit sans changer notablement de forme, et remplit bientôt tout l'intérieur du testa. Quant au suspenseur, en partie desséché déjà dans la graine, il ne prend aucun accroissement; les cellules qui le composent sont brunâtres, et ne vivent plus, mais elles persistent longtemps encore, et permettent de reconnaître aisément la partie inférieure de l'embryon.

L'accroissement du corps embryonnaire continue, mais l'enveloppe qui l'entoure ne grandit pas; aussi bientôt elle se déchire, et ses lambeaux forment autour de la petite masse celluleuse qui grossit toujours une sorte de réseau dont on distingue longtemps les restes (voy. fig. 7).

Pendant ce temps on voit sur divers points de la partie inférieure du corps embryonnaire se développer des papilles formées chacune d'une cellule allongée en une sorte de poil, et tout à fait semblables à celles que portent d'ordinaire les racines des plantes phanérogames, le *prothallium* des Fougères, etc.; elles sont destinées de même à puiser dans le sol les aliments nécessaires au développement de la plante naissante.

Ces papilles naissent par groupes de deux à quatre, et sont assez souvent ramifiées. Chaque bouquet de papilles forme un tout limité par un cercle de six à huit cellules plus allongées, plus étroites que celles de l'épiderme (fig. 16 et fig. 11). Au centre de ce cercle, on trouve quelquefois une, ordinairement deux, trois ou quatre grandes cellules provenant de la division en deux de la cellule primitive, et de la division encore en deux des deux cellules secondaires, ou seulement de l'une d'elles; ce sont ces cellules centrales qui portent les papilles. Naissant de la surface de l'embryon encore entouré du testa, ces papilles traversent les crevasses qui s'y produisent de toutes parts. Elles sont souvent ramifiées;

elles se bifurquent chaque fois qu'elles rencontrent à leur extrémité un obstacle qui les empêche de s'allonger.

Le corps embryonnaire grossit surtout par sa partie supérieure, c'est-à-dire par la partie opposée à celle où l'on voit le suspenseur, et prend, par suite, à peu près la forme d'une toupie. Mais cette forme n'est pas bien régulière, parce que la croissance est plus grande par le côté qui repose sur le sol que par l'autre, de telle sorte que le corps embryonnaire tend à se courber et à redresser son sommet.

Sur un embryon qui est déjà parvenu à la grosseur d'une graine de Pavot, on voit que le sommet du petit corps est aplati, et un peu déprimé vers son centre où se trouvent les cellules les plus petites et les plus jeunes. C'est vers le fond de cette dépression qu'apparaît, sous forme d'un petit mamelon, la première feuille de la plante (fig. 8).

La structure anatomique de l'embryon, en ce moment, est fort simple; il est encore uniquement formé de cellules; celles de la partie inférieure contiennent une matière brunâtre comparable à celle que j'ai déjà observée dans l'embryon germant de l'*Angræcum maculatum*, et que l'on retrouve fréquemment dans le parenchyme des racines terrestres des Orchidées; celles de la partie supérieure contiennent de la chlorophylle. A la partie inférieure, au-dessus des cellules dépourvues de matière verte, l'épiderme porte des papilles; à la partie supérieure où le parenchyme est coloré en vert, l'épiderme porte des stomates (fig. 71).

Le mamelon né vers le sommet de l'embryon prend rapidement un assez grand développement et se façonne en feuille verte; puis, vis-à-vis du point où elle est née, apparaît un autre mamelon celluleux, qui bientôt prend la forme d'une seconde feuille (fig. 12 et 13).

C'est à ce degré de développement qu'était parvenue la jeune plante à la fin du mois de juin. Le corps de l'embryon était alors gros à peu près comme un grain de Millet. En en faisant des coupes longitudinales, passant par le milieu des feuilles, j'ai pu voir, à ce moment, apparaître dans le corps même de l'embryon, au-dessous de l'origine de la feuille la plus âgée, puis dans les

deux feuilles, de jeunes vaisseaux qui se montrent d'abord sous forme de cellules longues et étroites, dont les parois sont marquées de fines et nombreuses stries transversales.

La deuxième feuille prend un bien plus grand accroissement que la première, puis on voit s'en développer une troisième qui naît au-dessus de la deuxième; car, pendant que ces feuilles poussent, le petit corps charnu, que l'on peut nommer le tubercule embryonnaire, a changé un peu de forme : la dépression que l'on voyait à son sommet, et dans laquelle s'est montrée la première feuille, s'est comblée. Le point d'où naissent les eu Les suivantes, au lieu d'être déprimé, fait maintenant saillie, de sorte que le petit corps charnu présente son plus grand diamètre non plus à son sommet, mais un peu au-dessous; il commence ainsi à prendre à sa partie supérieure la forme élancée d'une tige (fig. 14).

Du reste, la jeune plante est encore dépourvue de véritables racines, et n'a pour se fixer au sol et en tirer sa nourriture que les bouquets de papilles que porte le petit tubercule embryonnaire.

Tel était l'état de la plante au milieu du mois d'août, c'est-à-dire à peu près trois mois après le commencement de la germination. A ce moment, mes observations ont été interrompues. Les jeunes plantes, s'étant trouvées dans des conditions défavorables, cessèrent de prendre du développement, et périrent presque toutes.

Je croyais qu'aucun pied n'avait survécu, quand, il y a quelques mois, j'appris qu'il en existait encore deux (fig. 15). Ils étaient bien chétifs, bien petits, eu égard au long espace de temps écoulé depuis qu'ils avaient commencé de germer. Leur petite tige, longue de quelques millimètres, portait trois feuilles desséchées et deux feuilles vertes assez grandes, mais dépourvues d'articulation; elle était fixée au sol par deux grandes et fortes racines; sa partie postérieure brune et déjà morte en portait encore deux ou trois autres entièrement desséchées, qui paraissaient s'être développées sur la tige, au-dessus du point où étaient nées les premières feuilles. Il convient de constater la lenteur extrême du développement de la petite plante qui, plus de deux ans et demi après avoir

germé, n'a pas encore de feuilles articulées et de pseudo-bulbe, et qui, en un mot, n'est pas encore parvenue à l'état adulte ; mais il serait, je crois, fort imprudent de donner ce fait comme normal. Il semble à peu près certain que les fâcheuses conditions dans lesquelles se sont trouvées les jeunes plantes ont dû retarder beaucoup leur développement.

Si maintenant on rapproche les faits que nous avons observés dans la germination du *Miltonia spectabilis*, de ce que l'on sait déjà touchant les premiers développements de diverses autres Orchidées, et si l'on cherche à tirer des diverses observations que l'on connaît quelque idée générale, on doit être, ce me semble, frappé d'un fait qui me paraît fondamental, c'est l'absence de racines durant les premières phases de la vie de la jeune plante, qui n'est, au moment où la germination commence, qu'un petit corps celluleux dans lequel on ne peut distinguer d'organes spéciaux, et qui vit à peu près à la façon des végétaux inférieurs, en puisant directement sa nourriture dans le sol à l'aide des papilles qui le couvrent. Les diverses observations qui, à ma connaissance, ont été publiées à ce sujet, aussi bien que celles que j'ai pu faire moi-même, me semblent d'accord sur ce point. Dans toutes les Orchidées que l'on a étudiées durant les premiers moments de leur développement, l'embryon se renfle, grossit, produit des feuilles, et végète durant un temps plus ou moins long avant de porter des racines et de vivre à la façon ordinaire. Dans toutes, la première période du développement paraît à peu près identique ; mais cette phase transitoire de la végétation, qui précède l'apparition de la première racine, varie beaucoup de durée. Les racines apparaissent plus ou moins tard ; la plante naissante se développe, s'accroît plus ou moins avant qu'elles se montrent.

Ainsi, dans les Ophrydées (1), la première racine apparaît de fort bonne heure, et se développe à la partie supérieure du tubercule embryonnaire, au-dessous de la première ou de la

(1) La germination de ces plantes a été parfaitement décrite par M. Th. Irmisch, avec la précision et la clarté habituelles à cet excellent observateur. Les faits ont été également observés par M. Favre.

deuxième feuille, qui sont de simples gaînes, avant que les feuilles vertes se soient développées.

Dans d'autres plantes, les feuilles vertes se déploient, la tige se forme et s'allonge plus ou moins avant l'apparition des racines, qui naissent de la tige, au-dessus de l'insertion des premières feuilles. C'est ce qui a lieu, selon toute apparence, non-seulement dans le *Miltonia spectabilis*, mais dans beaucoup d'autres Orchidées. J'ai eu occasion d'observer un *Neottia* exotique (fig. 19) et une Vanille (fig. 17 et 18) dans lesquels le petit tubercule embryonnaire, couvert de papilles, portait une tige élancée d'où naissaient des feuilles vertes, et qui cependant n'avaient pas encore de racines. Malheureusement, il ne m'a pas été possible de suivre le développement de ces jeunes plantes jusqu'à l'apparition de la première racine.

Dans toutes ces plantes, la croissance du corps embryonnaire, qui se renfle en tubercule, s'arrête de bonne heure, en comparaison de ce que j'ai observé dans l'*Angræcum maculatum* (1), où la tige, qui porte les feuilles et les racines, n'apparaît que très tard, et après que le tubercule embryonnaire a pris un développement excessif. Dans cette plante, le bourgeon terminal du tubercule embryonnaire ne produit pas de feuilles vertes, mais seulement de petites écailles, à l'aisselle desquelles naissent des rameaux charnus, qui forment en se développant un tubercule lobé qui vit, comme le tubercule initial, en puisant sa nourriture dans le sol au moyen de papilles, atteint un volume considérable, et produit enfin une tige dressée, munie de feuilles vertes et de racines. Ce n'est que lorsque cette tige est bien enracinée, qu'elle s'est renflée en pseudo-bulbe, qu'elle présente en un mot sa forme définitive, ce n'est qu'alors que le tubercule, dont le rôle est achevé, languit, meurt, pourrit et disparaît.

Enfin, dans le *Corallorhiza innata* et l'*Epipogum aphyllum*, on voit un tubercule lobé qui est formé de la même façon que celui de l'*Angræcum maculatum*, mais qui, au lieu d'avoir seulement une existence passagère, persiste au contraire durant toute la vie

(1) *Ann. des sc. nat.*, 4e série, t. IV, p. 119 et suiv., pl. 5, 6 et 7.

de la plante. Jamais ces singuliers végétaux ne portent ni feuilles vertes, ni racines. Quand ils sont parvenus à l'état adulte, ils présentent une si complète ressemblance avec la forme primitive qu'offre l'*Angræcum* durant sa germination, qu'ils semblent s'être arrêtés dans leur développement, au milieu de la période embryonnaire qu'ils n'ont pu dépasser.

En résumé :

L'embryon des Orchidées peut être considéré comme étant incomplétement formé dans la graine mûre. Quand il germe, il végète pendant un temps plus ou moins long d'une façon toute spéciale, vivant à peu près à la manière des végétaux inférieurs, jusqu'au moment où il donne naissance à des feuilles vertes, à une tige et à des racines, et, parvenu enfin à un plus haut degré d'organisation, vit comme vivent les végétaux supérieurs.

Dans un certain nombre d'Orchidées, l'apparition des racines et le commencement de la végétation normale ont lieu d'assez bonne heure ; la végétation transitoire dure peu.

Dans d'autres, la plante ne parvient que tard à sa forme définitive ; la vie normale est précédée d'une longue phase transitoire.

Enfin, dans quelques cas, l'organisation primitive, au lieu d'être passagère, dure autant que la vie de la plante, qui demeure toujours pour ainsi dire en enfance, et parvenue à l'état adulte, offre encore la conformation rudimentaire que les autres Orchidées ne présentent qu'au moment de leur germination.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE 14.

Fig. 1-5. Embryons de graines mûres d'Orchidées portant à leur partie supérieure un suspenseur.

Fig. 1. Embryon de *Pleurothallis racemiflora*.

Fig. 2. Embryon de *Maxillaria punctulata*.

Fig. 3. Embryon de *Catasetum*.

Fig. 4. Embryon de *Restrepia vittata*.

Fig. 5. Embryon de *Pleurothallis clausa*. L'embryon est à demi retiré de l'intérieur du testa.

Fig. 6-16. Développement de l'embryon du *Miltonia spectabilis*.

Fig. 6 et 7. Jeune embryon germant. Il s'est renflé et a déchiré le testa dont on voit encore les débris autour de lui. Au bas de la fig. 7, on voit encore le sac suspenseur de l'embryon.

Fig. 8. Jeune embryon au moment où apparaît la première feuille.

Fig. 9. Partie supérieure du même, plus grossie et vue en dessus.

Fig. 10. La même, vue de côté.

Fig. 11. Embryon un peu plus développé, mais n'ayant encore qu'une seule feuille. On voit à sa surface des stomates à la partie supérieure et des bouquets de papilles à la partie inférieure. Au bas de la figure, on distingue nettement encore le suspenseur de l'embryon.

Fig. 12. Jeune embryon coupé par la moitié; on voit à son sommet, à l'intérieur de la première feuille, une deuxième feuille très jeune. Les cellules de la partie inférieure de l'embryon contiennent des pelotes de matière gommeuse brunâtre.

Fig. 13. Embryon muni de deux feuilles coupé par la moitié. On distingue dans les feuilles de jeunes vaisseaux.

Fig. 14. Embryon portant 3 feuilles.

Fig. 15. Jeune plante âgée de deux ans et demi, de grandeur naturelle.

Fig. 16. Groupe de cellules d'où naissent les papilles.

Fig. 17 et 18. *Vanilla planifolia*.

Fig. 17. Jeune plante munie d'une feuille.

Fig. 18. Jeune plante portant deux feuilles et encore dépourvue de racines.

Fig. 19. *Neottia*, espèce exotique. Jeune plante terminée inférieurement par un petit tubercule embryonnaire et ne portant pas encore de racines.

EXPÉRIENCES

SUR

LES EFFETS DES GAZ NARCOTIQUES ET CAUSTIQUES

SUR LES PLANTES,

Par M. John S. LIVINGSTON,

Membre de la Société royale de physique d'Edimbourg (1).

Il y a quelques années, l'effet des gaz narcotiques et irritants sur les plantes fut le sujet d'une suite d'expériences faites en commun par le docteur Christison et feu le docteur Turner, au témoignage desquels on avait eu recours pour une affaire pendante devant les tribunaux, et dans laquelle on réclamait des dommages et intérêts pour la destruction d'arbres et la détérioration d'une propriété, attribuées aux exhalaisons d'une fabrique de noir animal établie dans le voisinage. Dans ce cas, la question des effets des gaz sur les plantes acquiert un intérêt plus que scientifique, et attire l'attention même de ceux qui considèrent ces recherches comme peu intéressantes, à moins qu'elles ne soient positivement et matériellement utiles aux intérêts de l'humanité.

Plusieurs des expériences dont je vais donner le détail sont les mêmes que celles des docteurs Christison et Turner; j'ai voulu ainsi m'assurer de leur exactitude, et j'ai évité avec intention d'employer les mêmes proportions de gaz. Cependant il y a plusieurs gaz sur lesquels j'ai seul fait des expériences; je ne les ai pas toutes citées à beaucoup près, mais seulement les plus intéressantes.

Le *modus operandi*, quand j'avais beaucoup de gaz à employer, consistait simplement à le recueillir, d'après la manière ordinaire,

(1) Extrait des *Transactions of the Botanical Society*, vol. VI, part. 3, p. 380.

dans des bouteilles d'une contenance cubique connue, et de le laisser se répandre sous des cloches recouvrant les plantes. Ces cloches reposaient sur une couche de mastic de vitrier; en appuyant légèrement, on y enfonçait un peu les bords, et en mastiquant encore le bord extérieur, on pouvait être certain qu'elles étaient hermétiquement fermées.

Quand nous n'avions à employer que de petites quantités de gaz, nous pouvions, au moyen d'un trou percé dans la table, injecter, avec une exactitude parfaite, à l'aide d'une seringue de verre graduée, du gaz, depuis 4 pouces cubes jusqu'à 1/20e de pouce cube.

I. — Acide sulfureux.

1. Un jeune *Laburnum* et un *Psoralea* furent introduits sous une cloche de la contenance cubique de 6 litres 3/4, avec 1 centimètre cube et demi d'acide sulfureux (SO^2), dans la proportion de 1 à 444 $\frac{4}{9}$. Les plantes furent exposées à cette atmosphère pendant six heures, avant qu'on remarquât aucun changement, après quoi les feuilles commencèrent à se contracter. On les laissa ainsi pendant toute la nuit, et quand on les examina le lendemain matin après une expérience de vingt-deux heures, le *Psoralea* était tout à fait mort; les feuilles tombaient, et étaient d'une couleur brune jaunâtre. La tige n'était pas morte, mais la plante était perdue.

2. On introduisit dans une cloche de 6 litres 3/4 un jeune *Laburnum*, avec 3/4 de centimètre cube de gaz. En vingt-quatre heures, les cotylédons se décolorèrent à leur jonction avec la tige, et en quarante-huit heures, ils séchèrent, se ridèrent, et les feuilles tombèrent. Au bout de soixante heures, on n'observa d'autre changement qu'une légère disposition du pétiole à se faner. Le cinquième jour, il était tout à fait fané, mais sans décoloration. Le sixième jour, on ne remarqua aucun changement; mais le septième, les bords de quelques-unes des feuilles devinrent d'une couleur fauve, et les folioles se replièrent sur elles-mêmes.

3. On plaça un autre *Laburnum* sous une cloche pouvant con-

tenir 70 centimètres cubes, avec $2^{mmc},8$ d'acide sulfureux pendant vingt-quatre heures ; le gaz ne produisit aucun effet. Au bout de quarante-huit heures, on put observer une légère tendance des folioles à se friser ; et le troisième jour, les feuilles étaient flétries. Le quatrième jour, les feuilles du haut paraissaient tout à fait fanées. A la huitième heure du septième jour, les cotylédons étaient fanés ; et, à deux heures de l'après-midi du même jour, on put remarquer que quelques-unes des feuilles de la plante étaient décolorées et pendaient comme si elles se mouraient. On retira alors la plante qu'on put sauver, mais non sans qu'elle perdît d'abord ses feuilles.

II. — Acide hydrochlorique.

Nous avons observé que l'acide sulfureux, en très petites proportions, agit puissamment comme poison et comme caustique sur les plantes exposées à son action, mais l'acide hydrochlorique est encore plus pernicieux.

1. Un *Laburnum* fut placé sous une cloche contenant 6 litres 3/4 d'air avec 1 centimètre cube et demi d'acide hydrochlorique, ou dans la proportion de 1 à 444 $\frac{4}{9}$. Au bout de quarante minutes, la plante avait pris une teinte d'un gris verdâtre. Au bout de vingt-deux heures, les cotylédons étaient presque bruns, secs et ridés ; les folioles étaient ridées de même, et d'un vert-olive foncé.

2. On introduisit, avec une Balsamine, 8 centimètres cubes d'acide hydrochlorique (proportion de 1 à 8 $\frac{1}{3}$ en volume), sous une cloche pouvant contenir 70 centimètres cubes d'air. Au bout d'une demi-heure, la plante commença à se flétrir et à présenter une légère décoloration sur les bords et à la pointe des folioles. Au bout d'une heure et demie, la plante paraissait languissante et fanée. Vingt-deux heures après, elle était presque morte ; les feuilles étaient presque brunes, et leur tissu avait si peu de consistance, qu'elles tombaient en poussière au toucher.

3. Un *Psoralea* fut introduit avec $2^{mmc},8$ d'acide hydrochlorique (proportion de 1 à 105 en volume) sous une cloche pouvant contenir 14 centimètres cubes d'air. Au bout de dix minutes, la plante

s'était fanée; après une heure et demie, quelques-unes des feuilles étaient décolorées et la plante entière paraissait languissante. Au bout de vingt-deux heures, une grande partie des feuilles étaient à moitié décolorées, d'autres l'étaient complétement, et tous les pétioles pendaient.

4. Huit millimètres cubes de ce gaz furent introduits avec une Balsamine dans une cloche pouvant contenir 6 litres 3/4 d'air. Au bout d'une demi-heure, les bords des cotylédons étaient décolorés, avec une tendance légère, mais visible, à se flétrir. Après une heure et demie, ils étaient décidément flétris, et l'on pouvait remarquer leur tendance à se rider. Au bout de vingt-deux heures, les feuilles pendaient, et après quarante-huit heures, elles étaient brunes à la pointe et aux bords; les cotylédons étaient fanés et secs, et la tige principale même était un peu flétrie. En retirant la plante, les cotylédons et trois des feuilles tombèrent. On porta la plante dans une serre où elle revint à la santé, mais après avoir perdu toutes ses feuilles; de jeunes feuilles se montrèrent bientôt. Il était curieux d'observer que plusieurs étaient fanées à la pointe, la feuille ayant été, quand elle sortait à peine, exposée à la mauvaise influence du gaz; mais la plante possédant encore une vitalité suffisante pour développer la feuille entière et la côte de la feuille, les traces de l'effet produit sur le bouton continuaient à paraître, et devaient continuer à se montrer durant toute la durée de la plante.

III. — Chlore.

1. Un jeune *Laburnum* fut mis sous une cloche contenant 6 litres 3/4 d'air, avec 1 centimètre cube et demi de chlore (proportion de 1 à 444 $\frac{4}{9}$ en volume). Au bout d'une heure vingt minutes, on put remarquer une légère tendance des feuilles à devenir brunes; après vingt minutes, la tendance à la décoloration était positive. Les effets du gaz furent moins rapides pendant les heures suivantes, la décoloration n'augmenta pas; mais, après vingt-quatre heures, les feuilles avaient complétement perdu leur couleur et paraissaient sèches et flétries. Cette plante qu'on enleva, comme dans

les autres cas, perdit ses feuilles, en eut de nouvelles, et redevint aussi vigoureuse qu'avant l'expérience.

2. On introduisit sous une cloche de la contenance de 6 litres 3/4 d'air un jeune *Laburnum*, avec 2cc,5 de chlore (proportion de 1 à 166 $\frac{2}{3}$ en volume). En moins d'une heure, quelques-unes des feuilles se décolorèrent complétement, d'autres plus ou moins, mais aucune ne se flétrit encore. En moins de deux heures, beaucoup de feuilles prirent une teinte blanchâtre, et une seule résista à l'action du gaz. Nous observâmes que les feuilles avaient toutes commencé à blanchir par la pointe, et que la décoloration s'était ensuite graduellement étendue jusqu'à la base. Au bout de vingt-quatre heures, la plante avait complétement blanchi, à l'exception du bourgeon terminal qui n'était pas même attaqué; il en avait été de même dans les expériences précédentes, probablement parce que la feuille n'étant pas développée, elle n'avait pas commencé à servir à la respiration de la plante, et ainsi n'avait pas été imbibée de la vapeur pernicieuse. Dans ces deux expériences, la tige resta verte et vigoureuse ; on put sauver la plante, qui ne perdit qu'une première pousse de feuilles, à la suite d'une épreuve qu'on aurait pu croire lui devoir être tout à fait fatale, et elle se couvrit bientôt après d'un nouveau et abondant feuillage.

IV. — Hydrogène sulfuré.

1. On introduisit sous une cloche d'une contenance de 6 litres 3/4 d'air une Balsamine et un *Laburnum*, avec 1cc,5 d'hydrogène sulfuré (proportion de 1 à 444 $\frac{4}{9}$ en volume). Il ne se produisit aucun changement de couleur en vingt-deux heures; mais les deux plantes se flétrirent, la Balsamine beaucoup et le *Laburnum* légèrement. Au bout de vingt-sept heures, le *Laburnum* était beaucoup plus flétri, mais n'avait pas encore changé de couleur ; les feuilles de la Balsamine pendaient presque perpendiculairement, mais on ne pouvait, pas plus que pour le *Laburnum*, observer aucune décoloration. Les plantes furent retirées, et au

premier abord parurent sauvées, mais tout à coup elles se flétrirent et moururent.

2. On introduisit sous une cloche pouvant contenir 70 centimètres cubes d'air les deux mêmes plantes que dans la première expérience, avec $2^{cc},3$ du même gaz (proportion de 1 à 28 $\frac{1}{7}$ en volume). En vingt-quatre heures, la Balsamine ne fléchit que légèrement et le *Laburnum* à peine. Au bout de vingt-sept heures, non-seulement les feuilles, mais les pétioles du *Laburnum* se fanèrent, mais sans décoloration. La Balsamine fléchit beaucoup, et quelques-unes de ses feuilles tombèrent quand on la retira de dessous la cloche; mais la plante ne paraissait pas avoir souffert et était aussi verte que quand on l'y avait mise. Ce résultat est intéressant, car il montre qu'une grande quantité de gaz affecte moins la plante, selon toute apparence, qu'une quantité moindre.

3. On plaça sous une cloche de la contenance de 47 centimètres cubes une Balsamine, avec $2^{mmc},8$ de gaz (de 1 à 162 $\frac{2}{6}$ en volume). La plante ne parut ressentir aucun effet pendant vingt-quatre heures; mais au bout de vingt-sept heures, elle se flétrit. Quoiqu'elle survécût à cette expérience, elle ne redevint jamais vigoureuse. On doit faire observer que, dans toutes ces expériences avec l'hydrogène sulfuré, les bords et les pointes des feuilles se couvrirent de gouttes d'eau.

V. — Ammoniaque.

1. On introduisit sous une cloche de la contenance cubique de 60 centimètres une Balsamine, avec 7 millimètres cubes d'ammoniaque (de 1 à 90 en volume). En vingt-six heures, la plante se flétrit beaucoup, mais aucune trace de décoloration ne parut sur les feuilles.

2. Une même plante, placée dans 26 centimètres cubes avec 1 millimètre cube d'ammoniaque, ne présenta au bout de vingt-six heures d'autre changement qu'un peu de flétrissure, sans décoloration, la plante étant aussi verte et aussi vigoureuse qu'auparavant.

VI. — Protoxyde d'azote, ou oxyde nitreux.

1. On plaça sous une cloche de la contenance de 6 litres 3/4 une Balsamine, avec 8 centimètres cubes de protoxyde d'azote (de 1 à 83 $\frac{1}{3}$ en volume). En une demi-heure, la plante se flétrit beaucoup. En dix-huit heures, elle ne se fana pas davantage, mais une des feuilles se rida et un cotylédon tomba. Deux des feuilles avaient la pointe couverte de moisissure, mais tout en étant aussi vertes qu'auparavant. Aucun changement ne se produisit en quarante-trois heures, excepté la chute d'une feuille et d'un autre cotylédon. Au bout de soixante-huit heures, il n'y avait rien de nouveau; on retira la plante, qui mourut rapidement.

2. On introduisit sous une cloche de la contenance de 70 centimètres cubes d'air une Balsamine, avec 8 centimètres cubes 1/10e de protoxyde d'azote, et en une demi-heure la plante se flétrit légèrement. Cette flétrissure n'augmenta pas en dix-neuf heures; mais deux des feuilles étaient tombées couvertes de moisissure. On laissa la plante exposée à l'influence du gaz pendant trois jours entiers, sans qu'on eût à remarquer d'autres symptômes d'altération. Quand on retira la plante, elle mourut vite.

VII. — Oxyde de carbone.

1. Une Balsamine fut placée, avec 1 centimètre cube et demi d'oxyde de carbone (de 1 à 28 $\frac{8}{9}$ en volume), sous une cloche de la contenance de 44 centimètres et demi. En dix-neuf heures, la plante fléchit, et quelques-unes des feuilles se ridèrent. Une feuille tomba, et la base du pot se couvrit de taches de moisissure, mais aucune décoloration ne survint. En quarante-huit heures, l'effet du gaz n'augmenta pas; deux feuilles seulement tombèrent. Quand la plante fut retirée, elle mourut rapidement.

2. On plaça sous une double cloche de la contenance cubique de 61 centimètres cubes une Balsamine, avec 2^{cc},3 du même gaz (de 1 à 26 $\frac{3}{7}$ en volume). Au bout de dix-neuf heures, la plante

était très fanée, et le pot se couvrait de moisissure. On la laissa encore trois jours, sans remarquer d'autre effet que la chute d'une des feuilles. Après avoir été retirée, la plante mourut rapidement.

VIII. — Gaz de la houille.

1. Un *Laburnum* fut placé sous une cloche de la contenance de 28 centimètres cubes, avec 1cc,3 de gaz de la houille (de 1 à 21 ¼ en volume). Les feuilles se flétrirent en vingt heures. Au bout de vingt-cinq heures, le sommet de la branche principale se flétrit aussi. On laissa la plante pendant quatre jours soumise à cette expérience, sans qu'on remarquât plus de flétrissure. Les cotylédons tombèrent quand on retira la plante de dessous la cloche, et l'on put la sauver.

2. On plaça sous une cloche de la même contenance un autre *Laburnum* avec 9 centimètres cubes de gaz. En vingt-quatre heures, la plante se fana positivement. On la retira, et on la sauva.

3. On introduisit sous une cloche de la contenance cubique de 60 centimètres cubes un jeune *Laburnum* et une Balsamine, avec 9cc,5 de gaz de charbon, ou de 1 à 7 en volume. En vingt heures, aucun changement visible ne se produisit. Au bout du quatrième jour, on ne put observer rien de nouveau. Les plantes paraissaient fraîches, à l'exception de la tige de la Balsamine. On put sauver ces deux plantes.

4. Un *Laburnum* et une Balsamine furent introduits avec 1cc,3 du même gaz, ou de 1 à 50 en volume, sous une cloche de la contenance de 70 centimètres cubes. En vingt heures, les cotylédons de la Balsamine se frisèrent légèrement; le *Laburnum* ne souffrit aucune altération. Il n'y eut aucun changement qu'au quatrième jour; alors les cotylédons de la Balsamine pâlirent et se flétrirent, les feuilles séchèrent, jaunirent à la pointe, et pendirent languissantes. Chez le *Laburnum*, le sommet des feuilles pâlit, et elles tombèrent même en les touchant avec le plus grand soin. Ces deux plantes purent être sauvées. Ces expériences avec le gaz de

charbon servent à démontrer, comme nous l'avons fait pour l'hydrogène sulfuré, que, quand la proportion est forte, l'effet sur les plantes paraît moindre que quand la proportion est plus faible.

Il devient donc évident, par les expériences qu'on vient de lire, que les gaz se divisent en deux classes, d'après leur action sur les plantes : en gaz caustiques et en gaz narcotiques. Cette distinction, quelle qu'en soit la cause, est aussi positive quand il s'agit des plantes que lorsqu'il s'agit des animaux. Les plantes exposées à l'influence d'un gaz narcotique ne perdent pas leurs couleurs, et restent aussi vertes et aussi vigoureuses à la fin qu'au commencement de l'expérience. Quand la plante, commençant à se flétrir, est retirée, placée sur une couche, et bien arrosée, elle n'en revient pas davantage ; elle meurt même souvent plus vite, que si l'on avait continué à la laisser exposée à l'action continue du gaz. En un mot, les gaz narcotiques détruisent la vie de la plante. Quant aux gaz caustiques, leur action prend un caractère plus local. La couleur de la pointe des feuilles commence d'abord à s'altérer, et la décoloration s'étend vite sur toute la feuille et de proche en proche sur la plante entière; mais si l'on soustrait les plantes à cette influence, avant que la tige soit attaquée, on pourra toujours les sauver, mais non sans éviter qu'elles ne perdent leurs feuilles. Au bout de quelque temps, de nouvelles feuilles poussent, et les plantes ne conservent aucune trace d'altération ; cependant en les soumettant plusieurs fois à l'influence d'un gaz irritant, on peut être certain de les détruire.

MÉMOIRE

SUR

LA FAMILLE DES GUTTIFÈRES,

Par MM. J.-E. PLANCHON et J. TRIANA.

Amenés par nos études sur la Flore de la Nouvelle-Grenade à nous occuper des Guttifères, nous avons été frappés dès l'abord de l'étonnante diversité de structure d'un groupe d'ailleurs si naturel. Peu de familles montrent à ce point la variété dans l'unité; pas une peut-être ne soulève de plus intéressantes questions de symétrie florale et d'affinités multiples ; il n'en est pas enfin entre les Dicotylédones qui pût offrir au même degré l'attrait des observations neuves et des résultats imprévus.

Ces diverses causes nous ont séduits : le sujet s'est graduellement étendu sous nos recherches : les herbiers du Muséum de Paris, de MM. Delessert, de Franqueville, De Candolle, Boissier, Buchinger, libéralement offerts et soigneusement consultés, ont fourni les matériaux et comme la base de notre travail. Commencées, il y aura bientôt deux ans, dans le cadre restreint de la Flore néo-grenadine et de nos propres collections ; reprises en 1860 sur un plan un peu plus large; transportées enfin par une étude de trois mois sur le champ tout entier du sujet, nos recherches, sans épuiser la matière, auront fixé peut-être, d'après les ressources actuelles, les limites des grandes divisions du groupe, et peut-être aussi sur divers points, celles des coupes génériques.

Pour introduire de l'ordre dans un sujet aussi complexe, nous le diviserons en trois parties :

1° Une partie systématique comprenant jusqu'au genre et par-

fois jusqu'aux espèces inclusivement, tout ce qui concerne la classification, la synonymie, les affinités, et subsidiairement la distribution géographique du groupe. Les faits de structure ne seront là signalés qu'à l'appui de la classification.

2° Une partie organologique et physiologique comprenant les questions de morphologie, d'anatomie, de physiologie, qui méritent une attention spéciale.

3° Enfin une partie d'application, où nous essayerons de résumer les connaissances acquises sur les propriétés des Guttifères et sur leurs produits usuels.

CHAPITRE PREMIER.

REVUE SYSTÉMATIQUE DES GUTTIFÈRES.

§ I. — Formation et délimitation de la famille.

Linné connaissait d'une façon trop imparfaite les quelques genres de Guttifères décrits de son temps, pour pouvoir les réunir dans un groupe vraiment naturel; aussi les dispersa-t-il dans quatre classes différentes de ses *Methodi naturalis fragmenta* (*Philosophia botanica*, ann. 1751). Il y place :

1° Le *Clusia* dans son ordre des *Culminiæ*, parmi des Tiliacées (*Muntingia*, *Tilia*, etc., etc.), des Bixinées (*Bixa*, *Kiggelaria*) et une Büttnériacée (*Theobroma*).

2° Le *Garcinia* dans le groupe des *Hesperideæ*, avec les seuls genres *Citrus* et *Styrax*.

3° Le *Cambogia*, séparé mal à propos du *Garcinia* dans le groupe des *Tricoccæ*, juste à côté de l'*Euphorbia*.

4° Les types *Mesua*, *Mammea* et *Calophyllum*, se suivant dans la série des genres *Incertæ sedis*, et précédant les types *Elæocarpus*, *Microcus* (*Grewia*), *Ochna*, *Sauvagesia* et *Vateria*.

On remarque l'absence de tout rapprochement direct de ces genres de Guttifères avec l'*Hypericum* (*Perforatarum genus*, L.), avec le *Margravia*, mis par lui, comme par Bernard de Jussieu,

près des *Capparis ;* enfin avec les Ternstrœmiacées, dont les éléments sont encore épars en divers groupes.

L'illustre auteur des *Familles des plantes* (1763), Adanson, ne fut pas heureux dans la place assignée aux Guttifères ; il en énumère plusieurs genres (*Nagatampo* ou *Mesua*, *Coddampuli* ou *Cambogia*, *Magostan* ou *Garcinia*, *Mamei* ou *Mammea*, *Calaba* ou *Calophyllum*), dans la seconde section de la plus hétérogène peut-être de ses familles, celle des *Cistes.* Mêlées, on ne sait pourquoi, aux types *Fraxinus*, *Paris* et *Alkanna* (*Lawsonia*), ces plantes y sont du moins dans le voisinage des genres d'*Hypéricinées.* Le *Clusia*, d'autre part, figure dans la famille des Tithymales entre le *Buxus* et le *Cascarilla* (Croton); le *Rheedia*, dans la première section des *Cistes*, entre le *Prockia* et le *Salvadora.*

Enfin parut le *Genera* de Jussieu (1789), Ici la famille des Guttifères (*Guttiferæ*, les Guttiers), est nettement constituée entre les Hypéricinées (*Hyperica*) et les Aurantiacées (*Aurantia*). Jussieu la divise en trois sections, savoir :

1° *Stylus nullus ;* genres : *Cambogia*, L.; *Clusia*, Pl.; *Garcinia*, L.; *Tovomita*, Aubl.; *Quapoya*, Aubl.; *Grias*, L.

2° *Stylus unicus ;* genres : *Moronobea*, Aubl.; *Macoubea*, Aubl.; *Mammea*, L.; *Macanea* (*Macahanea*), Aubl.; *Singana*, Aubl.; *Mesua*, L.; *Rheedia*, L.; *Calophyllum*, L.

3° *Genera alternifolia, hinc Guttiferis, inde Aurantiis affinia ;* genres : *Vateria*, L.; *Elæocarpus*, Burm.; *Vatica*, L.; *Allophyllus*, L.

Sauf quelques genres douteux, tels que *Grias*, *Macanea*, *Macoubea* et *Singana*, on peut dire que la base des Guttifères est tout entière dans les deux premières sections, sections que, du reste, l'auteur ne considérait pas comme naturelles en tant que subdivisions du groupe.

A.-L. de Jussieu lui-même essaya d'ailleurs à trois reprises de retoucher cette partie de son œuvre : d'abord, en 1805 (*Annales du Mus.*, XI, p. 234 et 235), en rapportant l'*Allophyllus* aux Sapindacées, et les genres *Elæocarpus*, *Vatica* et *Vateria*, aux Tiliacées, il supprima de fait la troisième section des Guttifères.

Plus tard, en 1809, à l'occasion d'une nouvelle espèce de *Margravia* (*Ann. du Mus.*, XIV, p. 39 et suiv.), il établit, d'après l'avis et l'autorité de L.-C. Richard, l'affinité de ce genre avec la famille des Guttifères, à laquelle il rattacha, par des raisons plus spécieuses que justes, le *Marila* de Swartz, le *Godoya* de Ruiz et Pavon, et l'*Augia*, ou plante à vernis de Chine, de Loureiro.

Enfin (en 1813), dans un de ses remarquables mémoires *Sur les caractères généraux des familles tirés des graines* (*Ann. du Mus.*, XX), il eut l'idée peu heureuse de ramener aux Guttifères le *Vateria* (devenu depuis une Diptérocarpée), et d'y rattacher, bien qu'avec doute, le *Venana* de Lamarck ou *Brexia* des auteurs récents.

Introduire de nouveau parmi les Guttifères des types à feuilles alternes, c'était méconnaître un des caractères les plus essentiels de la famille, celui d'avoir des feuilles opposées ou décussées. Choisy commit la même erreur, en laissant ou introduisant dans cette famille les genres *Godoya*, *Mahurea* et *Canella*. Mais il eut, du moins, le mérite de tracer le premier dans le groupe des sections à peu près naturelles dans leur ensemble.

Le premier travail de Choisy sur les Guttifères, lu devant la Société d'histoire naturelle de Paris le 15 mars 1822, fut publié en 1824 dans le premier volume des *Mémoires* de cette Société. Dans l'intervalle (aussi en 1824), l'auteur avait fait paraître l'article *Guttiferæ* du *Prodrome* de De Candolle. Sauf un détail sans importance, les deux travaux sont identiques, et la même analyse peut en rendre compte.

Choisy (in DC., *Prodr.*) établit dans le groupe des Guttifères quatre tribus :

1° *Clusieæ :* fruit multiloculaire à loges polyspermes.

Genres : *Mahurea*, Aubl.; *Marila*, Sw.; *Clusia*, L.; *Quapoya*, Aubl. (*Xanthe*, Schrb.); *Havetia*, HBK.

2° *Garcinieæ :* fruit multiloculaire, loges monospermes, anthères introrses.

Genres : *Ochrocarpos*, Th.; *Marialva*, Vand. (*Tovomita*, Aubl.; *Beauharnoisia*, R. et Pav.; synonymie déjà établie par Jussieu); *Micranthera*, Choisy; *Garcinia*, L.

3° *Calophylleæ :* fruit uniloculaire drupacé ou en baie; semences peu nombreuses dans un péricarpe sec ou pulpeux.

Genres : *Mammea*, L.; *Xanthochymus*, Roxb.; *Stalagmitis*, Murr.; *Mesua*, L.; *Calophyllum*, L.

4° *Symphonieæ :* fruit multiloculaire à loges mono- ou polyspermes; anthères extrorses, polyadelphes.

Genres : *Canella*, Br.; *Moronobea*, Aubl. (*Symphonia*, L. fil.); *Chrysopia*, Th.

Suivent les genres douteux : *Macanea*, *Singana*, *Rheedia*, *Macoubea* et *Chloromyron* ou *Verticillaria* (ce dernier justement placé dans le Mémoire, dans la tribu des *Garciniées*).

Ce premier essai de la subdivision des Guttifères présente sans doute des imperfections et des lacunes; mais il faut tenir compte à son auteur de la difficulté du sujet, et de l'obscurité qui régnait alors sur les caractères exacts des genres. C'était beaucoup que d'avoir su, contre l'imposante autorité d'un Jussieu, exclure de la famille les genres *Grias*, L., *Augia*, Lour., et *Venana*, Lamk., qui lui sont complétement étrangers.

En 1828, nouveau progrès dans la classification et la conception des affinités de ce groupe. Le mémoire de M. Cambessèdes : *Sur les familles des Ternstrœmiacées et des Guttifères* (*Mém. du Mus.*), trace à la fois d'une manière très nette et les rapports et les limites de ces deux familles. L'opposition des feuilles est reconnue pour un caractère constant, et dès lors important, des vraies Guttifères. Le *Marila*, malgré ses feuilles opposées, passe à côté du *Mahurea* dans les Ternstrœmiacées. Enfin l'auteur établit dans les Guttifères, débarrassées cette fois de tout élément étranger, quatre sections, auxquelles il ne donne pas de noms spéciaux, mais qui répondent avec des modifications plus ou moins heureuses aux quatre tribus de Choisy. C'est un progrès, par exemple, d'avoir su rapprocher le *Tovomita* du *Clusia*, malgré ses loges monospermes; d'avoir réuni dans la troisième section les genres *Garcinia*, *Rheedia* et *Stalagmitis;* d'avoir nettement défini la deuxième et la quatrième section répondant aux Symphoniées (Moronobées) et Calophyllées. C'est une erreur d'avoir fait du *Verticillaria* une Clusiée, du *Mammea* une Garciniée; d'avoir confondu le *Tovomita* et l'*Ochro-*

carpus, le *Stalagmitis* et le *Brindonia*. Mais la plupart de ces méprises s'expliquent par l'imperfection des matériaux mis en œuvre ou des documents consultés, et nous ne les signalons ici que pour nous donner ailleurs l'avantage de la sincérité de l'éloge.

Voilà donc les Guttifères constituées comme famille et divisées en tribus. M. Tulasne, en ressuscitant en quelque sorte, après Crüger, le genre *Quiina* d'Aublet, y reconnut le type d'une tribu nouvelle de Guttifères, tribu que nous conservons, sans altération, sous le nom de *Quiinées*.

Nous pourrions étendre beaucoup cet historique en analysant les idées de Bartling (*ordines naturales*), d'Endlicher (*Genera*), de Lindley (*Vegetable Kingdom*); mais les diversités ne portant là que sur des nuances, seront plus naturellement signalées à l'occasion des sections et des genres.

Un seul travail d'ensemble sur les Guttifères mérite encore de nous arrêter; c'est le récent mémoire de Choisy sur les Guttifères de l'Inde (1). Dans les considérations générales qui précèdent ce travail ou plutôt qui en forment le fond principal, Choisy, s'exagérant les rapports des Ternstrœmiacées et des Guttifères, penche à fondre ces familles en une seule, subdivisée en cinq sous-ordres (l'auteur dit quatre ou cinq) : Ternstrœmiacées, Quiinéacées, Canellacées, Moronobéacées, Guttifères. Quant aux Guttifères proprement dites, il les subdivise en cinq tribus, savoir : MARILEÆ : *Marila*. CLUSIEÆ : *Clusia*, *Arrudea*, *Cochlanthera*, gen. nov. *Havetia*, *Renggeria*. MARIALVEÆ : *Marialva*, *Verticillaria*, *Chrysochlamys*. GARCINIEÆ : *Xanthochymus*, *Garcinia*, *Rheedia*, *Hebradendron*, *Triplandron*, *Mammea*, *Discostigma*. CALOPHYLLEÆ : *Mesua*, *Calophyllum*, *Calysaccion*, *Gynotroches* (?).

Dans cette œuvre où les forces de l'auteur ont évidemment trahi ses consciencieux efforts, nous pourrions nous donner le triste avantage de relever le vague, l'inexactitude, les méprises dans les considérations d'ensemble et dans les faits de détail;

(1) *Description des Guttifères de l'Inde*, etc., etc...., précédée d'*Observations générales sur cette famille*. (*Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Genève*, ann. 1849-1850, t. XII, in-4, tirage à part.)

mais si les droits de la vérité rendent légitime la critique des faits et des idées, la justice veut qu'on fasse la part des circonstances atténuantes, qui sont ici l'ignorance presque absolue de la structure intime des genres, et particulièrement de l'organisation des graines, élément indispensable d'une bonne classification des Guttifères.

Ceci nous conduit à parler des bases mêmes de notre travail, à légitimer la confiance que nous inspirent, vanité d'auteur mise à part, les caractères sur lesquels reposent nos grandes subdivisions de la famille, divisions pour lesquelles nous avons été heureux d'adopter des noms établis, mais en donnant à des limites vagues ou fausses une évidente précision. L'importance des caractères des graines pour la classification des Guttifères est déjà nettement pressentie dans un des mémoires de Jussieu (*Ann. du Mus.*, XX). Avec cette sagacité merveilleuse qui tient chez lui de la divination, il rectifie par la pensée des erreurs de fait de Gærtner sur les graines des *Garcinia ;* il emprunte à des observateurs émérites, tels que L.-C. Richard et Poiteau, des indications précises et malheureusement peu nombreuses sur la constitution des graines des *Clusia* et des *Mammea*. Mais ces jalons ne suffisent pas à lui tracer une marche assurée, et l'idée que la plupart des Guttifères ont une masse embryonnaire formée de cotylédons, cette idée, restée dans la science comme fait admis et non discuté, a suffi pour égarer, à la suite de Jussieu, tous ceux qui se sont occupés du même sujet. On a cherché hors de leur place les éléments d'une classification rationnelle. La nature du fruit, la placentation, l'estivation, le nombre de pièces florales, tels sont les caractères invoqués pour cet objet ; mais ces caractères n'ayant qu'une valeur secondaire, subordonnée à ceux des graines, n'ont pu conduire qu'à des approximations plus ou moins heureuses, à des tâtonnements toujours indécis. Autres sont les résultats, dès qu'intervient en première ligne la structure bien comprise des graines. C'est là le vrai fil d'Ariadne, dans un labyrinthe de faits en apparence contradictoires. Combinés avec les caractères signalés, ils en règlent l'importance, et, tout en les dominant, leur empruntent la preuve de leur propre légitimité. Ceci ressortira, nous l'espérons,

avec une évidence palpable, de l'ensemble et des détails de la partie systématique de ce travail. Nous exposerons plus loin, à la partie organographique, les nuances que présentent à cet égard les divers types de la famille. Mais, dès à présent, il importe de constater en quelques mots les faits de structure des graines qui se lient à la classification.

Les Guttifères présentent à cet égard trois types d'organisation bien tranchés :

Premier type. — Embryon à tigelle (radicule) très grosse, à cotylédons très petits, mais bien distincts. Telle est l'organisation que L.-C. Richard, le premier, signala chez un *Clusia* de Cayenne (*Clusia palmicida*, Rich.); que Turpin retrouva chez le *Clusia rosea*, et que nous regardons comme constant chez toutes les Guttifères à fruit capsulaire avec une placentation axile.

Deuxième type. — Embryon à tigelle (radicule) énorme, plus ou moins tubériforme, offrant une moelle plus ou moins développée, que l'on a prise parfois pour l'embryon tout entier, que l'on a décrite souvent comme commissure de cotylédons soudés ou comme une radicule intérieure. — Cotylédons nuls, ou représentés par de simples replis de la surface de la graine. Ce type se rencontre chez les Garciniées et les Moronobées.

Troisième type. — Embryon à tigelle (radicule) très petite, à cotylédons énormes, libres ou soudés; caractère général chez les Calophyllées et les Quiinées.

Tels sont les faits; essayons de les appliquer à la classification, en les combinant avec d'autres faits de structure. Cet essai ne saurait mieux se présenter que sous la forme concise d'un tableau synoptique de la famille; ce sera l'introduction naturelle à la revue détaillée des genres.

CONSPECTUS DIAGNOSTICUS.

GUTTIFERÆ.

Flores diclines, sæpius polygamo-dioïci. Petala libera (fere semper), hypogyna. Placentatio axillaris v. basilaris. Semina exalbuminosa. Folia opposita, decussata. Partes diversæ resiniflluæ.

Trib. I. — CLUSIEÆ.

Capsulæ plurivalves, valvis navicularibus, columellam angulato-alatam nudantibus. Stigmata radiata, distincta. Placentatio axilis. Embryonis tigella (vulgo radicula) cylindracea v. fusiformis, maxima; cotyledones minutæ, sed foliiformes.

Sectio tota americana. Arbores v. frutices interdum scandentes, frequenter pseudo-parasitici.

Subtrib. A. — EUCLUSIEÆ. — *Ovarii loculi pluri-ovulati.*

Calyx 4-5-phyllus. Petala 4-8. Stamina indefinita. Capsulæ polyspermæ, endocarpio non cartilagineo. . . . . *Clusia*, L.

Calyx 10-phyllus. Petala 5-6. Stamina indefinita. Antheræ connectivo cuspidatæ. Staminodia (fl. masc.) in corpus ananthe-rum centro floris concreta. . . . . *Oœystemon*, Nob.

Calyx 10-phyllus. Petala 5-6. Stamina subdefinita (18-20). Antheræ muticæ. Staminodia 4-5 in corpus apice antheris abortivis obsolete ornatum concreta. . . . . *Cochlanthera*, Chois.

Calyx 4-5-phyllus. Petala 4-5. Stamina plura, concreta. Antheræ loculis pluribus, sacciformibus, apici filamenti cupulæformi basi affixis. . . . , ... *Polythecandra*, Nob.

Calyx 5-phyllus (multibracteatus). Petala 5-10. Stamina plurima, in massam conicam concreta. Antheræ lineares, biporosæ. Capsulæ endocarpio (ubi noto) cartilagineo. . . *Arrudea*, Camb.

Calyx 5-phyllus. Petala 5, sepalis alterna, æstiv. convoluta. Staminodia (fl. fœm.) in cupulam concreta, dimorpha, marginalia resiniflua, cupulata. Ovarium 5-loculare. Ovula plurima, horizontali-descendentia. . . . . *Clusiella*, Nob.

Calyx 5-phyllus. Petala 5. Androcæum (fl. masc.) e basi tumida staminodiis glandulosis concretis obsita columnare, apice antheriferum. Antheræ biloculares. Staminodia (fl. fœm.) ananthera, in annulum hypogynum concreta. . . . . *Androstylium*, Miq.

Calyx 5-phyllus. Petala 5, partim sepalis opposita. Stamina (fl. masc.) indefinita v. definita, in massam conferta (non vere coadunata). Antheræ biloculares, loculis bilocellatis, biporosis. Capsulæ endocarpio cartilagineo (an semper?). . . . . *Quapoya*, Aubl. (partim).

Calyx 5-phyllus. Petala 5. Stamina (fl. masc.) 5-10, receptaculo columnæformi inserta, in orbem radiatum horizontalem disposita. Antheræ biloculares, birimosæ. Staminodia (fl. fœm.) 5, hypogyna, antheræ vestigium exhibentia. . . . . *Rengifa*, Pœpp. (*Quapoyæ*, sp. Aubl.).

Calyx 4-phyllus, foliolis, decussatis. Petala 4, non decussata, sæpius sepalis alterna. Stamina (fl. masc.) 5–6, monadelpha. Antheræ biloculares, bivalves. . . . . *Balboa*, Nob.

Calyx 4-phyllus, foliolis decussatis. Petala 4, decussata. Filamenta basi ventricosa. Stamina (fl. masc.) 8-12, triseriata. Antheræ cuneatæ, biloculares, birimosæ. . . . *Œdematopus*, Nob.

Calyx et corolla præced. Stamina (fl. masc.) 4, basi dilatata confluentia. Antheræ ovatæ, biloculares, bivalves. Staminodia (fl. fœm.) 4. . . . . *Havetiopsis*, Nob.

Calyx et corollæ præced. Staminodia (fl. fœm.) in cupulam concreta. Semina in loculo singulo 2, arillodio pileiformi ornata, resupinato-pendula, raphe extrorsa. . . . . *Pilosperma*, Nob.

Calyx et corollæ præced. Stamina 4, sepalis alterna. Antheræ sessiles, 3-loculares. Semina in loculo singulo 2, suspensa, arillo arillodioque ornata, semianatropa, hilo lineari ventrali, raphe introrsa. . . . . *Havetia*, HBK.

SUBTRIB. B. — TOVOMITEÆ. — *Ovarii loculi uni-ovulati.*

Semina arillo sacciformi, dorso pervio inclusa. . . . . *Chrysochlamys*, Pœpp. et Endl.

Semina exarillata, tegumento externo carnoso, venoso. . . . *Tovomita*, Aubl.

Trib. II. — MORÓNOBEÆ.

Æstivatio calycis quinconcialis, corollæ contorta. Stylus 5-fidus, divisuris apice foveola minuta stigmatosis. Ovula in loculis ovarii plura. Bacca corticosa, indehiscens, oligo vel polysperma. Embryonis tigella maxima, cotyledones nullæ.

Stamina in tubum lagenæformem inferne longe concreta, superne pentadelpha. Discus cupuliformis staminum basim extus cingens. Bacca oligosperma. Semina extus tomentosa. . . . . *Moronobea*, Aubl.

Stamina et discus *Moronobeæ*. Bacca polysperma. Semina lævia. *Chrysopia*, Thouars.

Stamina a basi pentadelpha, glandulis disci 5, phalangibus interjectis. Filamenta plane concreta. Antheræ liberæ. Bacca oligosperma. . . . . *Montrouziera*, Pancher.

Stamina inferne breviter pentadelpha, glandulis 5 phalangibus interpositis. Filamenta longe libera. Antheræ liberæ. Bacca oligosperma. Seminum testa glabra. . . . . *Pentadesma*, Don.

Stamina præced. Baccæ loculi monospermi. Seminum testa tomentosa. . . . . *Platonia*, Mart.

Trib. III. — GARCINIEÆ.

Ovarium 2–pluriloculare, loculis angulo interno 1-ovulatis. Stigmata in discum concreta. Baccæ loculi monospermi. Semina exarillata. Embryonis tigella maxima, cotyledones minutæ v. nullæ.

Calyx primum clausus 2-phyllus, bivalvis. Stamina (in fl. hermaphrod.) plura, uniseriata. Ovarium 4-loculare. . . . . *Ochrocarpus*, Thouars.

Calyx 4-phyllus. Petala 4. Stamina (fl. masc.) indefinita, fl. hermaphrod. v. pseudo-hermaphrod. uni–v. pluri-seriata. . . . *Garcinia*, L.

Calyx 4-phyllus. Petala, 4. Stamina (fl. masc.) indefinita, antheris biporosis. Staminod. (fl. fœm.) ananthera. . . . . *Discostigma*, Hassk.

Calyx 5-phyllus. Petala 5. Stamina pentadelpha. Ovarium 3-5 loculare, in stylum productum. . . . . *Xanthochymus*, Roxb.

Calyx 2-phyllus. Petala 4, biseriata. Stamina (fl. hermaphrod.) subuniseriata, masc. congesta. Ovarium 2-3-loculare, in stylum brevem productum. . . . . *Rheedia*, L.

Trib. IV. — CALOPHYLLEÆ.

Ovarium 1-2 loculare, loculis 1-2-4 ovulatis. Ovula anatropa, e basi loculi erecta. Stylus 1. Drupa 1-2-4 locularis, 1-4 sperma v. capsula bivalvis. Cotyledones maximæ, liberæ v. coadnatatæ, tigella (radicula) minima. Stipulæ 0.

Ovarium 1-loculare, 1-ovulatum. Bacca monosperma, putamine crustaceo. . . . . *Calophyllum*, L.

Ovarium 1-loculare, 4-ovulatum. Stylus apice 4-fidus. . . . *Khayea*, Wall.

Ovarium 2-loculare, loculis 2-ovulatis. Capsula bivalvis. . . . *Mesua*, L.

Ovarium 2-4-loculare, loculis 1-2 ovulatis. Bacca corticosa, 1-4-sperma endocarpio fibroso testæ seminum fibrosæ adhærente. *Mammea*, L. (*Calysaccion*, Wight.)

Trib. V. — QUIINEÆ.

Ovarium 2-3 loculare. Ovula in loculo quavis 2 angulo interno basim versus affixa, adscendentia. Styli 2-3 distincti. Bacca exsucca, corticosa, 1-4 sperma. Semina tomentosa. Embryonis cotyledones crassæ, tigella (radicula) minima. Stipulæ ad basim folii cujusvis 1-2.

Genus unicum. . . . . *Quiina*, Aubl., Tulasne.

§ II. — Étude plus spéciale des tribus et des genres.

Ordo. — GUTTIFERÆ, Juss. — Choisy. — Cambess. (*Excl. gen.*)

Garcinieæ, Bartl. (excl. sect. A, Carpodontea). — *Clusiaceæ*, Lindl., Endl. (exclus. gener.).

Trib. I. — CLUSIEÆ, Nob. (*supra*, p. 314).

Guttiferarum, sect. 1ª, Camb., l. c. (exclus. genere Verticillaria). — *Clusieæ* et *Marialveæ*, Choisy, *Guttif. ind.*

Subtrib. A. — EUCLUSIEÆ, Nob. (*supra*, p. 314).

Clusieæ, Choisy.

Gen. I. — CLUSIA, Plum — L. — Jacq.

Clusiæ sp. auct. — *Triplandron*, Benth.

Calyx 4-5-phyllus. Petala 4-5-6-8. Stamina fl. masc. indefinita. Ovarii loculi pluri-ovulati. Capsulæ polyspermæ, endocarpio non cartilagineo. Semina anatropa, arillodio amplo carnoso involuta.

Sect. I. — EUCLUSIA.

Calyx 4-phyllus. Petala 4-8. Stamina fl. masc. dimorpha; externa fertilia, pluriseriata, in coronam cupuliformem v. annulum concreta, antheris linearibus connectivi productione cuspidatis, loculis 2 linearibus rima longitudinali dehiscentibus : interna sterilia in globum resinifluum conferruminata. Floris fœm. staminodia in cupulam concreta, plane ananthera v. hinc inde antherifera. Semina subhorizontalia.

Clusia rosea, L.; *Clusia grandiflora*, Splitg.; *Clusia nemorosa*, Mey. et affines.

SECT. II. — OMPHALANTHERA.

Calyx 4-phyllus. Petala 5. Stamina (flor. masc.) in corpus solidum, superficie areolatum, plane concreta. Antheræ discoideo-annuliformes, umbilicatæ, apice filamenti semi immersæ, uniloculares, columella solida verticali centrali donatæ, margine interiore ruptura irregulari dehiscentes. Flores fœm. ignoti.

Clusia eugenioides, Pl. et Lind. (*Nov. Granat.*, Schlim.).

SECT. III. — GOMPHANTHERA.

Calyx 5-phyllus. Petala 5. Stamina (fl. masc.) in globum areolatum concreta. Pistilli rudimentum in apice androcæi semi-immersum, stigmate sterili crasso, 5-lobo. Antheræ in apice filamenti semi-immersæ, disciformi-umbonatæ, uniloculares, columella destitutæ, dehiscentia verosimiliter irregulari.

Clusia Gardneri. Nob. (Brasilia, Gardner, n° 4098).

SECT. IV. — PHLOIANTHERA.

Calyx 4-phyllus. Petala 5, rarius 4. Stamina (fl. masc.) in corpus solidum concreta, connectivorum apicibus vix conspicuis. Pistilli rudimentum nullum. Antheræ 2-3-4-loculares, in stratum quasi corticalem dense conglutinatæ, loculis verticaliter cylindraceis apice rima brevi v. poro apertis. Floris fœm. staminodia in urceolum latum coalita, pluriseriata, filam. connatorum limitibus obsoletis, antheris nullis v. abortivis, muticis.

Clusia Gaudichaudii, Choisy non Camb.; *Clusia lanceolata*, A. S.-H. et Camb.; *Clusia Hilariana*, Schlecht. (*Clusia Lhotzskyana*, Choisy, pro parte, non Schlecht.); *Clusia microstemon*, Nob. (*Brasil.*, Spruce, n° 2511); *Clusia myriandra*, Nob. (*Tovomita? myriandra*, Benth.).

Species sequentes fl. masc. ignotis in sectione dubiæ.

Clusia minor, L. (*Clusia parviflora*, Humb. et Bonpl.; *C. pratensis*, Seem.); *Clusia odorata*, Seem.; *Clusia Plumierii*, Nob.

SECT. V. — RETINOSTEMON.

Calyx 4-5-phyllus. Petala 4-5. Stamina (fl. masc.) in massam resinosam superficie lobulatam v. lævem concreta. Antheræ 2-3-4-loculares, loculis superficialibus in longum adnatis v. semi-immersis discretis, rima extrorsa longitudinali dehiscentibus. Staminodia fl. fœm. (ubi nota) in cupulam anantheram concreta. Ovula in loculis pauca (2-8); an semper?

TYPUS A. — GYMNACRON.

Androcæi massa pulviniformis, basi antherifera, cæterum nuda, non lobulata. Antheræ circiter 36-40, biseriatæ.

Clusia laurifolia, Nob. (*Nov. Granata*, Triana).

TYPUS B. — TRIPLANDRON, Nob. (Gen. Triplandron, Benth.).

Stamina plus minus regulariter triseriata, intima 4 in lobos totidem cruciatos tumentia, foveola apicali pistilli rudimentum minutum includente.

Clusia lineata, Nob. (*Triplandron lineatum*, Benth.).

TYPUS C. — PENTACRON.

Androcæum totum fertile, apice 5-lobum, lobis monantheris. Stamina alia (præter 5-apicalia) obscure triseriata. Ovarii rudimentum nullum. Fl. fœm. staminodia ananthera, in cupulam concreta. Ovarii loculi 6-7-8-ovulati. Ovula horizontalia.

Clusia decussata, R. et Pav. mss.; *Clusia Spruceana*, Nob. (Spruce, n° 4197).

TYPUS D. — DIPLANDRON.

Calyx 4-phyllus. Petala 4. Androcæum apice 4-lobum, lobis

2-antheris. Antheræ biseriatæ, seriei infer. circit. 16, seriei superioris 8, geminatim approximatæ. Pistilli rudimentum nullum.

Clusia loranthacea, Nob. (*Nov. Granata*, Triana).

Typus E. — SORANDRON.

Calyx 4-phyllus. Petala 4. Androcæum totum fertile, non lobulatum. Antheræ 2-3-loculares, inordinatim congestæ.

Clusia Seemanni, Nob. (*Triplandron lineatum*, Seem. non Benth.).

Typus F. — MESOSTYLION.

Calyx 4-phyllus. Petala 5. Androcæum globosum, apice e fovea lata columnam styliformem (pistilli rudimentum) exserens, undique antheriferam. Antheræ parvæ, biloculares, inordinatim confertæ.

Clusia Candelabrum, Nob. (*regio Amazonica*, Spruce, n° 2431).

Sect. VI. — CORDYLANDRA.

Flores polygami. Calyx 4-5-phyllus. Petala 5. *Masc.* : Stamina 20-25, irregulariter 2-3-4-seriata. Filamenta crassa, angulosa v. teretia, cuneata v. claviformia, libera v. basi confluentia, apice truncata v. depressa. Antheræ apicales, biloculares, loculis discretis rima longitud. extrorsa dehiscentibus. *Hermaphr.*: Stamina illis fl. masc. subconformia, antheris minoribus, interdum semi-effœtis. Stigmata 5, crassa, in pyramidem conniventia. Ovula plura horizontalia v. subpendula.

Clusia Gaudichaudii, Nob. (*Brasil*, Gaudichaud, n° 781); *Clusia organensis*, Nob. (*Brasil*, Gardner, n°s 330 et 331); *Clusia renggerioides*, Nob. (*Brasil.*, Spruce, n° 2895).

SECT. VII. — CLUSIATRUM.

Calyx 4-5-phyllus. Petala 6-8. Stamina (fl. masc.) plurima, receptaculo disciformi inserta. Filamenta brevia. Antheræ lineares, muticæ, loculis 2 marginalibus, rima longitud. dehiscentibus. *Fœm.* : Staminodia plura, obscure biseriata, linearia, ananthera, basi in annulum confluentia.

Clusia cuneata, Benth.; *Clusia crassifolia*, Nob. (*Guyana*, Schomb., n° 709).

SECT. VIII. — STAUROCLUSIA.

Flores polygami. Sepala 4. Petala 4, cruciatim biseriata. *Masc.*: Stamina plurima, receptaculo inserta, congesta, libera. Filamenta brevia. Antheræ basifixæ, muticæ, biloculares, loculis lateralibus introrsis, rima longitudinali dehiscentibus. *Hermaphrod.* : Stamina 4-5-8-hypogna libera, nunc plus minus effœta.

Clusia flava, L.; *Clusia alba*, Jacq. et affines.

SECT. IX. — CRIUVOPSIS.

Calyx 5-phyllus. Petala 5, crassiuscula, calyce paulo longiora, sepalis plane opposita. *Masc.* : Stamina indefinita, receptaculo tumido acervatim inserta; filamenta brevia, libera. Antheræ basifixæ, lineares, muticæ, loculis 2 marginalibus rima longitud. dehiscentibus. *Fl. pseudo-hermaph.* : Staminodia 5, petalis opposita; filamenta complanata, basi dilatata in annulum confluentia; antheræ complanatæ, truncatæ, loculis 2 marginalibus semieffœtis, angustis, rima longitud. dehiscentibus. Stigmata 5, crassa, conniventia. Ovula ascendenti-horizontalia.

Clusia acuminata, Nob. (*Renggeria acuminata*, Seem.); *Clusia amazonica*, Nob. (*Quapoya*, Spruce, n° 2878).

SECT. X. — CRIUVA.

Calyx 4–5-phyllus. Petala 5, sepalis partim opposita, non crassa. *Masc.* : Stamina plura receptaculo prominulo inserta. Antheræ sect. præcedent. *Pseudo-hermaphrod.* : Staminodia section Criuvopsis. Ovula in loculo generis directione varia.

Clusia Criuva, A. S. H. et Cambess.; *Clusia Sellowiana*, Schlecht.

SECT. XI. — ANANDROGYNE.

Calyx 4-5-phyllus. Petala 5-6. Stamina plura receptaculo prominenti inserta, quasi monadelpha. Filamenta brevia, libera. Antheræ lineares v. lineari-oblongæ, connectivo angusto loculis marginalibus, rima longitudinali dehiscentibus. Staminodia 5-10, hypogyna, membranacea, dentiformia, plane ananthera.

Clusia multiflora, HBK.; *Clusia Ducu*, Benth. et affines.

Les sections multipliées dans lesquelles nous avons dû subdiviser le genre *Clusia* répondent à des variétés d'organisation parfois si tranchées, qu'on pourrait y voir partout ailleurs d'excellents caractères génériques. Mais ces types, en apparence si divergents, se lient entre eux par des nuances graduées, et lorsqu'on en parcourt la série entière, on n'hésite pas à les admettre comme de simples modifications d'un même genre. C'est ce que nous essaierons de prouver en prenant un à un les divers membres de cette série, pour montrer les éléments dont ils se composent, les limites qu'on peut leur assigner, et leurs tendances particulières vers tel ou tel autre genre de la tribu. Chemin faisant, nous consacrerons aux espèces types ou aux espèces nouvelles les développements qu'elles sembleront mériter. D'autres espèces seront simplement signalées; mais l'énumération comprendra toutes les espèces à nous connues.

Cette section est admise ici comme le prototype du genre, parce qu'elle renferme l'espèce la plus anciennement signalée (*Clusia rosea*, L.; *Cenchramidea*, etc., Pluken.), et que d'ailleurs les

espèces qui la constituent peuvent passer pour les plus complexes et les plus nobles au point de vue de l'organisation.

Nous n'avons pas à développer le résumé des caractères de la section ; quelques faits seuls doivent être mis en relief.

1° Nous considérons avec M. Miquel, comme une masse de staminodes, le corps central de la fleur mâle qui laisse découler une abondante résine, et que l'on a généralement décrit comme un rudiment de pistil. Cette idée s'appuie sur des observations positives et sur des analogies. Chez des fleurs de *Clusia palmicida*, Rich., conservées en alcool (collect. Mus. Paris), nous avons vu le prétendu rudiment d'ovaire se séparer sous une légère traction en filaments linéaires, dont les extérieurs plus longs et rabattus sur les plus internes, figuraient sur le corps discoïdal tout entier des espèces de côtes rayonnantes ; ces filaments représentant des filets de staminodes sans trace visible d'anthère. Chez le *Clusia insignis*, M. de Martius décrit comme il suit le corps central de la fleur (mâle) : « *Stigma peltatum..... densissime squamulis purpureis rubris subulatis adspersum, non radiatum.* » Les *squamulæ subulatæ* sont probablement des connectifs de staminodes. Enfin M. Miquel a pu faire l'analyse de fleurs de *Clusia grandiflora* conservées en alcool, et c'est d'après cette étude qu'il a cru devoir considérer comme staminodes ce que d'autres avaient pris pour un pistil. Nous-même avons eu sous la main des fleurs desséchées de *Clusia grandiflora*, chez lesquelles le corps en litige, au lieu de montrer des rudiments de loges ovariennes, n'a présenté sur une coupe transversale qu'un tissu compacte, criblé d'ouvertures de canalicules résinifères, tels qu'on les trouve dans les staminodes soudés des autres Guttifères.

2° Chez le *Clusia grandiflora*, les étamines des rangées extérieures sont introrses, celles des rangées intérieures extrorses. Nous n'avons pu, faute de matériaux convenables, vérifier si ce fait se retrouve chez d'autres espèces de la section.

Sect. I. — EUCLUSIA (*vide supra*, p. 318).

1. Clusia rosea, L. — Turpin, *Atl. Dict. sc. nat.*, tab. 156. — Schlecht. in Linn., VIII, p. 181, tab. IV (specim. fœmin.).

Cenchramidea arbor saxis adhærens, etc., Pluken., *Almag.*, 92, tab. 157, fig. 2 (fide auct.). —Catesby, *Carol.*, II, p. 99, tab. 99 (fide auct, et fide specim. a Michauxio in ins. Bahamas lecto).

Clusia flore roseo major fructu subviridi. Plum., *Gen.*, p. 21. — Ejusdem Icon. inedit (Biblioth. Mus. Paris.), tab. 86 et 87 ! cum descriptione.

Clusia retusa, Poir., *Dict.*, V, p. 183.—Icon. Lamk., *Illustr.*, tab. 852 (monente Desfontaines in herb. Mus.).

Clusia alba, Willd., *Spec.*, IV, tab. 976 (quoad stirpem Humboldtianam).

Les Antilles ; îles Bahamas (Catesby, Michaux) ; Saint-Domingue (Plumier, Jacquin) ; Jamaïque (March, fide Griseb.) ; île Saint-Thomas (herb. Mus. Par.). — Venezuela près de Caripe et sur le mont Cocollar (Humboldt et Bonpland, variété à fleur blanche : *Clusia alba*, Willd. non Jacq. ; *Clusia rosea*, HBK.). — Panama (Seemann ! ex foliis specim. authentici).

Vulgo : *Figuier maudit* aux Antilles françaises, *Cupay* dans le Venezuela (Humboldt), *Cope grande* à Panama (Seemann).

Le nombre des pétales varie de six à huit. Sur ce nombre, quatre (extérieurs) sont opposés aux pièces du calice. Les fleurs peuvent être blanches (Swartz, *Observ.*). Le synonyme de *Clusia retusa*, Poir., est ici rapporté sur la foi de Desfontaines qui en a vu le type dans l'herbier Lamarck.

2. Clusia grandiflora, Splitzg. ; Miq., *Stirp. Surinam. set.*, tab. 25-26.

Clusia maxima, L.-C. Rich. mss. in herb. de Franqueville.

Clusia rosea, Ch. Lem. in *Hortic. univ.*, III, pag. et tab. 33, non L.

Guyane, Surinam, Cayenne ; cultivé dans le Jardin des plantes de Paris, où il a fleuri en 1842 (Herb. Houllet).

« Maximis arboribus innata, truncos radicibus implicitans et eas sensim strangulando necans. Flores amplissimi 4-6-pollicares, odorem *Rhei cathartici* exhalantes. In sylvis vetustis. » L.-C. Rich. mss.

D'après la seule fleur desséchée de cette espèce que nous ayons pu étudier, il nous a semblé que les pétales adhèrent sur une étendue de 7 à 8 millimètres, à la base externe de la couronne staminale. Ce caractère veut être vérifié sur le frais, et recherché chez d'autres espèces. Peut-être existe-t-il plus ou moins marqué chez le *Clusia rosea*, duquel Plumier dit, dans une description manuscrite : « *Flores monopetali, hypocrateriformes et veluti e plurimis petalis constantes,* » phrase qui se trouve reproduite avec de simples nuances dans le caractère même du genre *Clusia*, tel que Plumier l'a publié (*Genera*, p. 20).

3. Clusia insignis, Mart., *Nov. gen. et sp.*, III, p. 104, tab. 288.

Brésil septentrional, Rio-Negro (De Martius).

4. Clusia palmicida, L.-C. Rich., in *Ann. du Mus.* (ann. 1811), tab. 10, fig. 64 et 65 (nomen tantum et icones seminis embryonisque).

Clusia alba, Choisy in herb. Mus. Paris, non L.

C. foliis petiolatis obovatis basi cuneato-attenuatis apice rotundatis coriaceis (15-20 centim. longis), nervo medio valido, lateralibus veniformibus tenuibus obliquis parallelis, cymis (fl. masc.) breviter pedunculatis nutantibus paucifloris (interdum bis trichotomis, floribus breviter pedicellatis (diametro 6-7 centim. in sp. exsiccato) bracteis calycinis 2-4, sepalis 4, petalis sæpius 6-8 obovatis basi in unguem latum angustatis, staminibus pluriseriatis in cupulam latam longe concretis, antheris linearibus cuspidatis connectivo ultra loculos breviter producto, staminodiis in centro floris corpus discoideum radiato-sulcatum sistentibus.

Guyane française : Cayenne (L.-C. Rich. in herb. de Franquev., Martin in herb. Mus. Paris.) ; Guyane anglaise (Schomburgk, n° 739, indéterminé).

Petala plane hypogyna, a corona staminea penitus libera.

Diffère du *Clusia insignis* par ses étamines beaucoup moins nombreuses, ses cymes florales plus ou moins nutantes, son corps staminodial sillonné et non hérissé de pointes.

5. Clusia nemorosa, G. F. W. Mey., *Primit. Esseq.*, p. 203-

204; Miquel in Linn., XVIII, p. 234 (staminodiis internis perperam pro ovario descriptis).

Clusia Lhotzkyana, Schlecht. in Linn., VIII, p. 184; Choisy, *Guttif. de l'Inde*, p. 45 (pro parte, præsertim quoad variet. β *polygama* et exclus. Icon., tab. I, A, fig. 1, et tab. II, ad speciem valde alienam spectantibus).

Clusia mammosa, Casaretto, *Nov. Stirp. Bras. decad.* 60, n° 62, ex descript.

Clusia Hoffmanseggiana, Schlecht. in Linn., VIII, p. 185 (forma foliis magis lanceolatis, minus coriaceis, nervis lateralibus crebrioribus).

Clusia bicolor, Mart., *Nov. gen.*, III, 165 (ex descript. nimis brevi).

Clusia maculata, Steud.

Gummi Gamona, arbor Surinamensis, Vaillant (herb. Mus. Paris.); folia tantum.

Guyane hollandaise : île Wacanama (ex Mey.), Surinam (Focke; Kegel, n° 48. Hostmann, n° 590 et 1207). — Guyane française : Cayenne (Martin; Leprieur in herb. Mus. Par. et Deless.). — Guyane anglaise : Roraima (Schomburgk, n° 657). — Para, Rio Negro (herb. Lusitan. in herb. Mus. Par.; probablement le même type que le *Clusia Hoffmanseggiana*, Schlecht., ou *Clusia flava*, herb. Willd., n° 18954, non L. ex Schlecht.). — Brésil; Fernambuco (Gardner, n° 940 in herb. Deless.), Bahia (Lhotzsky, Casaretto, Salzmann, Blanchet, n. 79, 1701 et 3219).

Espèce assez variable pour la forme et la texture des feuilles (obovales ou elliptiques, ou oblongues-lancéolées, à face supérieure luisante ou opaque, plus ou moins coriaces, à nervures plus ou moins nombreuses), pour le nombre des pétales (4 ou 5), pour les staminodes demi-fertiles de la fleur femelle dont le nombre est peu défini (15-20 et au delà). Choisy a figuré (*l. c.*, tab. 1, fig. B, 2-5), d'après le n° 3219 de Blanchet, un ovaire de cette espèce sans trace de ces staminodes demi-fertiles; mais dans le texte, il dit positivement : « *Ovarium cinctum staminum annulo cum antheris albidis imperfectis.* »

Par la présence de tels staminodes chez la fleur femelle, et par les étamines de la fleur mâle réunies à la base plutôt en anneau qu'en couronne, le *Clusia nemorosa* commence à s'éloigner quelque peu du type pur des vrais *Euclusia*.

SECT. II. — OMPHALANTHERA (*vide supra*, p. 319).

Species typica : 6. CLUSIA EUGENIOIDES, Planch. et Lind., *Pl. Columb. inedit.* — Glaberrima, ramulis tetragonis, foliis cuneato-oblongis longiuscule petiolatis apice obtusis interdum obsolete acuminatis, margine tenui subrevolutis, exsiccatione rigide-coriaceis vernicoso-lucidis, nervo medio valido, lateralibus crebris tenuibus parallelis venisque prominulis ; cymis (fl. masc.) terminalibus sæpius bis-trichotomis nutantibus folia haud æquantibus ; calycis 2-bracteolati 4-phylli foliolis externis minoribus ; petalis 6 anguste obovatis albis roseo colore suffusis ; staminibus in globum obovoideum concretis, antheris apicalibus discoideo-annulatis, medio umbilicatis.

Nouvelle-Grenade, province de Santa-Marta, forêts au-dessus de Jiracasaca (Schlim, n° 934).

L'espèce unique sur laquelle est fondée cette singulière section n'est encore connue que par ses fleurs mâles. On pourrait croire, au premier abord, que ses anthères sont des disques uniloculaires s'ouvrant par un pore central ; mais un examen plus attentif montre clairement que les disques supposés sont de véritables anneaux, et que la loge circulaire unique entoure une sorte de columelle ou de pivot solide, qui persiste longtemps après que la loge elle-même a disparu par déchirement de sa membrane.

SECT. III. — GOMPHANTHERA (*vide supra*, p. 319).

Species typica : 7. CLUSIA GARDNERI, Nob.—Foliis petiolatis anguste oblongis v. oblongo-ellipticis basi acutiusculis v. subobtusis apice obtusis, margine tenui revolutis, coriaceis, nervo medio valido, lateralibus (30 et ultra) parallelis obliquis fere ad marginem extensis ; cyma pluriflora ; calycis 5-phylli foliolis concavis æstivatione 5-conciali valde imbricatis ; staminibus (fl. masc.) sub pistilli

rudimento 5-lobo in massam globosam superficie areolato-lobulosam concretis, antheris propter filamenta clavata concreta apicalibus discoideis columella centrali destitutis membranæ ruptura irregulari dehiscentibus.

Brésil, province de Goyaz (Gardner, n° 4098).

Très voisin du précédent, dont il diffère par ses anthères sans columelle et par la présence d'un rudiment de pistil chez la fleur mâle, ce type manifeste par ce dernier caractère, et par ses étamines soudées à la surface d'un réceptacle conique, une certaine tendance vers l'*Arrudea*.

Peut-être ferait-on bien de considérer les trois sections *Omphalanthera*, *Gomphanthera* et *Phlœanthera*, comme des nuances d'une section unique, qu'on appellerait *Sphærandra*. Mais nous n'avons pas osé opérer cette fusion, avant de connaître les deux premiers types d'une manière plus complète.

Sect. IV. — PHLŒANTHERA, Nob. (*vide supra*, p. 319).

Ici, comme dans les deux sections précédentes, les étamines des fleurs mâles forment une masse compacte, dans laquelle les filets, confondus avec le réceptacle, représentent la partie centrale ou interne, et les anthères la partie externe ou corticale (de là le nom de *Phlœanthera*). Ces anthères elles-mêmes, très petites, très nombreuses, d'une étude très difficile, sont allongées dans le sens vertical ou perpendiculaire à la masse de l'androcée. Elles comprennent 2-3 ou 4 loges cylindriques, à peine séparées par des couches minces et peu régulières du tissu du connectif, et dont les extrémités à peine saillantes, sous forme de très petites papilles, s'ouvrent parfois assez distinctement par un pore.

Nous distinguerons dans ce groupe trois catégories d'espèces : 1° celles dont on connaît les deux sexes, et qui sont les types évidents de la section ; 2° celles dont on ne connaît que le sexe mâle ; et 3° celles dont on ne connaît que les femelles. Ces deux dernières catégories sont donc admises ici provisoirement comme éléments encore douteux.

Species typicæ, genuinæ, bene notæ.

8. Clusia lanceolata, Cambess. in Aug. Saint-Hil., *Fl. Bras. merid.*, I, 318.

Brésil : Corcovado, Tijuca, près de Rio-de-Janeiro (A. Saint-Hil.).

Sepala 4, biseriata. Petala 6-8. Stamina fl. masc. indefinita una cum receptaculi productione conica in massam ovoideam v. obovoideo-oblongam concreta. Filamenta brevia, non distincta, stratum resiniferum propter receptaculi massam centralem corticosum efficientia. Antheræ innumeræ, minutæ, biloculares, dehiscentia apicali (forsan 2-porosæ), nunc loculis confluentibus uniloculares, in substantia connectivorum concretorum alte immersæ. Ovarii rudimentum nullum. — Fl. fœm.: Calyx, corolla maris. Annulus cupuliformis e staminodiis concretis anantheris constans. Stigmata circiter 12, brevissime stipitata (in fructu immaturo) a puncto centrali verticis sat distantia, anguste triangularia, medio in longum depressa.

9. Clusia Hilariana, Schlecht. in Linn., VIII, 181.

Clusia rosea, Cambess. in Aug. Saint-Hil., *Fl. Bras. merid.*, I, 316, non L.!

Clusia Lhotzkyana, Choisy, *Gutlif. de l'Inde* (pro parte), tab. I A, fig. 1, et tab. II, nempe quoad stirpem mascul. non *Clusia Lhotzkyana*, Schlecht.

Brésil, province d'Espiritu-Santo (Aug. Saint-Hil.), province de Bahia (Blanchet, n° 3220).

Folia spathulato-cuneata, apice obtusata v. rotundata basi in petiolum brevem latum sensim angustata, coriacea, margine leviter sinuato-revoluta, nervo medio valido, lateralibus parallelis obliquis subtus prominulis. Corona staminodiorum (in specim. Hilariano) sub ovario accreto persistens, latiuscula, margine leviter repanda extus sub margine pluristriata, antherarum abortivarum vestigiis nullis v. obsoletis. Stigmata 8, ovato-triangularia in ovario accreto a se invicem sat discreta.

En figurant sous le nom de *Clusia Lhotzkyana* le n° 3220 de Blanchet, Choisy ne s'est pas aperçu qu'il rapportait à cette espèce de Schlechtendal une plante entièrement différente, et qui, d'après la parfaite identité dans les feuilles, est évidemment le type mâle du *Clusia Hilariana*, Schlecht. (*Clusia rosea*, *Fl. Bras. merid.*, non L.). Très distincte du vrai *Clusia rosea*, cette espèce diffère d'ailleurs du *Clusia Lhotzkyana* par la structure des fleurs, et même par la forme et la texture des feuilles. Le *Clusia Lhotzkyana* n'est, on l'a vu plus haut, qu'un synonyme du *Clusia nemorosa*, Mey.

Species florib. fœm. ignotis, in sectione dubiæ.

10. Clusia Gaudichaudii, Choisy in herb. Mus. Paris., certe non Cambess. in Aug. Saint-Hil., *Fl. Brasil. merid.*, I, 317.

Foliis oblongo-obovatis in petiolum attenuatis obtusis v. obtuse acuminatis, coriaceis, nervo medio utrinque prominente, lateralibus non crebris obliquis venis connexis; cymis terminalibus paucifloris floribus parvis, calyce 4-phyllo, petalis 5; staminibus (fl. masc.) in massam discoideam concretis, antheris minutis bilocularibus, loculis poro v. rima brevi apicali apertis.

Brésil, Rio de Janeiro (Gaudichaud in herb. Mus. Paris., exemplaire mâle. — Embouchure du Solimoes, région de l'Amazone (Spruce, n° 1581).

La plante de l'herbier du Muséum, que Choisy a étiquetée de sa main *Clusia Gaudichaudii*, est bien celle que nous venons de décrire. Mais, par suite d'une confusion, M. de Cambessèdes a dû recevoir comme *Clusia Gaudichaudii* une espèce toute différente, que nous décrivons plus loin dans la section *Criuva* sous le nom de *Clusia Cambessedii*. Les exemplaires de Spruce (1581) paraissent également se rapporter au vrai *Clusia Gaudichaudii*. Nous n'en connaissons que les fleurs mâles.

11. Clusia microstemon, Nob. — Foliis longiuscule petiolatis obovato-oblongis basi cuneatis apice breviter et obtuse acuminatis, nervo medio valido, lateralibus obliquis prominulis, cymis terminalibus paucifloris trichotomis, floribus pedicellatis, nutantibus

(exsiccatis diametro circit. 4 centim.), calyce bibracteato, sepalis 4 decussatis, petalis 6 obovatis ungue lato basi intus sub lente papilloso, androcæo depresso-hemisphærico in massam compactam concreto, antheris innumeris confertissimis, apicibus papillæformibus obsolete 4-lobis lobis geminatim connexis v. 2-lobis 4 v. 2-porosis.

Rio Uaupès, région de l'Amazone (Spruce, n° 2511).

Les fleurs de cette espèce, autant qu'on peut en juger d'après le sec, ont des pétales pourpres, avec une macule d'un rouge plus foncé sur chaque onglet. La surface, légèrement papilloso-verruculeuse, de cette même région des pétales rappelle un caractère attribué par M. de Martius à son *Clusia leprantha* (*Nov. gen.*, III, 164), espèce trop incomplétement décrite pour que nous puissions la reconnaître avec certitude. Les anthères de notre plante sont biloculaires, à loges bilocellées, et ouvertes chacune par deux pores terminaux, ou plus rarement unilocellées et à un seul pore. Les loges du rang le plus externe des anthères sont plus ou moins divergentes à la base, et obliquement adossées au sommet du filet.

12. Clusia myriandra, Nob.—*Tovomita? myriandra*, Benth. in Hook., *London Journ. of Bot.*, II, 367. Walp., *Repert.*, II, 810.

Guyane anglaise (Schomburgk, n° 34).

Stamina in corpus discoideum, crassum, depressum, ambitu obtuse pentagonum concreta, lateribus pentagoni petalis 5 oppositis. Filamenta plane conferruminata, extimis tantum striis tenuissimis suturalibus obsolete distincta, tamen nullomodo solubilia. Antheræ materie glutinosa plus minus illinitæ, inter se cohærentes, 1-2-3-4-loculares, loculis nempe inter se varie aggregatis in substantia connectivi plus minus alte immersis, dehiscentia?... verosimiliter apicali.

Cette espèce et la précédente, par leur androcée essentiellement glutineux, forment, à certains égards, la transition à la section qui suit.

Species floribus fœm. tantum notis, in sectione subdubiæ.

13. CLUSIA MINOR, L., *Sp.* (edit. 1ª, ann. 1753), p. 510.

Clusia venosa, L., *Sp.* (édit. 3ª), 1495 (quoad synonym. et iconem Plumerio-Burmannianam), non Jacquin! — Lamk, *Encycl.*, II, p. 53 (exclus. synonym. Jacquin. et excl. var. β.

Clusia flore roseo minor, fructu flavescente, Plum., *Gen.*, p. 21.

Clusia flore roseo minor, fructu e viridi rubro, Plum., *Icon. inedit.* (in Biblioth. Mus. Paris.), tab. 88 (flores in icone perperam monopetali).

Clusia foliis venosis, Burm. in Plum., *Icon.*, tab. LXXXVII, fig. 2 (Icon plane erronea, nempe ex elementis iconum duarum Plumerii ad species 2 spectantibus conflata : folia et fructus, tab. 88 Plumerianæ, flores 2 aperti figuris analyticis *a*, *a*, Plumerii [*Genera*, tab. 10] mutuata), excl. var. β.

Clusia parviflora, Humb. et Bonpl. in Willd., *Sp.*, IV, p. 976.

Clusia alba, HBK., *Nov. gen. et Sp.*, V, p. 199, non L.! — Ach. Rich., *Fl. de Cuba*, I, p. 98.

Clusia pratensis, Seemann, *Bot. of Herald*, p. 89!

Clusia alba, Griseb., *Fl. of West. Brit. Islands*, I, 107 (pro parte, nempe quoad stirpem Dominicanam, quoad fol. descript. et partim quoad synonym.), non L. nec Jacq.

Clusia Couleti, Duchass. mss.

Indes occidentales : Saint-Domingue (Plumier), Saint-Thomas (Finlay, nº 118), Cuba (Ramon de la Sagra ex A. Rich.). — Guadeloupe : Martinique, Dominique, Jamaïque (ex Griseb.). — Venezuela, près de Caripe et sur le mont Cocollar (Humb. et Bonpl.). — Nouvelle-Grenade : Susumuco, province de Bogota (Triana), Santa-Marta (Goudot.!). — Amérique centrale : Panama, commun dans les savanes (Seemann, Duchassaing).

Vulgo : *Cupay*, au Venezuela (Humb. et Bonpl.) ; *Cope Chico*, à Panama (Seemann) ; *Copecillo*, Cuba, etc.

Folia spathulato-obovata, in petiolum longiusculum sensim attenuata, exsiccatione nervis lateralibus crebris obliquis parallelis prominulis exquisite striata. Flores terni v. in icone Plumeriana 6, racemosi, per paria oppositi, amplitudine mediocri, circiter fl. *Rosæ caninæ*, pedunculati. Bracteæ calycinæ 2. Calyx 4-phyllus, foliolis biseriatis. Sepala 4, decussata, rarius 5. Petala 5, rarius 4, obovato-orbiculata, in unguem latum contracta. Cupula staminodiorum (in fl. fem.) margine sinuata, extus nunc plane sterilis, nunc antherarum plus minus effœtarum vestigia exhibens. Antheræ staminodiorum uniloculares, ellipticæ, adnato-insculptæ, rima longitudinali late hiantes, nunc plus minus abortientes, infra marginem coronæ extus uniseriatæ, verticales v. obliquæ, sæpe geminatæ et tunc inferne geminatim convergentes. (An igitur loculi antheræ unicæ discreti?) Ovarium 6-8-loculare, cupula staminod. plane velatum. Stigmata 6-8, obtuse triangularia, radiato-conniventia, vertice ovarii fudo polyedrico. Capsula ellipsoidea, 6-8-locularis, loculis oligospermis; seminibus interdum 4 vel minus, directione varia, supremo interdum resupinato-pendulo, raphe extrorsa, infimo adscendenti, raphe introrsa, omnia arillodio sacciformi antice fisso involuta. Valvæ fructus angustæ, stigmate triangulari sub apice appendiculatæ, ex icone Plumeriana revoluto-patentes. (Charact. fructus, seminum et floris penitus feminei ex specim. Seemanniano. Charact. fl. pseudohermaphrod. ex specim. Finlayano (Saint-Thomas, n° 118.)

Rien de plus embrouillé que la synonymie de cette espèce; rien de plus confus que les notions qu'on a pu avoir sur son compte. Tant d'erreurs accumulées, dont nous épargnons au lecteur le détail, dérivent d'une erreur première, dont Burmann, innocemment peut-être, s'est fait l'éditeur.

Plumier (*Gen. plant.*, ann. 1703, p. 20-21), en fondant le genre *Clusia*, énuméra, sans les décrire, quatre espèces de ce genre, savoir :

1° *Clusia flore albo, fructu coccineo.*

2° *Clusia flore roseo, major, fructu subviridi.*

3° *Clusia flore roseo, minor, fructu flavescente.*

4° *Clusia alia minor, flore albo, fructu virescente.*

Dans la première édition de son *Species* (1753, p. 509), Linné confondit, sous le nom de *Clusia major*, et le *Clusia* n° 1 de Plumier (devenu depuis *Clusia alba*, L.), et le *Cenchramidea*

arbor, etc., de Plukenet (devenu plus tard *Clusia rosea*, L.), et le *Terebinthus folio singulari*, etc., de Sloane (un des synonymes du *Clusia flava*, L.). Non content de cette triple confusion, l'illustre auteur rattacha, comme variétés à son *Clusia major*, le n° 2 de Plumier (var. β) et le n° 4 Plumier (var. γ). Il admit à part, sous le nom de *Clusia minor*, le seul n° 3 de Plumier.

Comment Linné caractérisait-il ces deux *Clusia?* De la manière suivante : le *major* par les mots *foliis aveniis*, le *minor* par les mots *foliis venosis*, et il ajoutait à ces signes diagnostiques, pour le premier, *pedunculi axillares, sæpius triflori;* pour le second, *racemus florum terminalis.*

Comment Linné avait-il pu introduire dans ces diagnoses des caractères dont il n'est pas fait mention dans le *Genera* de Plumier? Parce qu'il avait vu en Hollande celles des figures inédites de Plumier, que Boerhaave avait fait copier à Paris, dans la Bibliothèque du Roi, par les soins du célèbre peintre Aubriet et sous la direction de Vaillant (1). Ce sont ces mêmes dessins, dont une partie fut publiée à Amsterdam par J. Burmann, entre 1755

(1) Ne voulant accuser à la légère ni Aubriet, ni Vaillant, et moins encore Plumier, des erreurs flagrantes que nous allons signaler plus loin, nous avons cherché à connaître avec le plus d'exactitude possible de quels ouvrages manuscrits, originaux ou copiés, se compose l'héritage scientifique de Plumier, et voici ce que nous permettent de dire sur ce sujet les renseignements pris dans la préface des *Plantæ americanæ*, édit. J. Burmann, dans le *Bibliotheca botanica* de Haller, et les indications verbales que s'est empressé de nous donner, avec sa bienveillance habituelle, M. Desnoyers, bibliothécaire du Muséum.

Outre sept volumes in-fol. de l'*Histoire naturelle des animaux des Antilles* et onze volumes in-folio de cinq autres ouvrages intitulés : *Botanicon medicum* (2 vol.), *Penu botanicum* (5 vol.), *Hortus botanicus* (2 vol.), *Botanicon parisiense* (1 vol.), *Area Umbelliferoram* (1 vol.), tous remplis de dessins originaux, le Muséum possède de Plumier les ouvrages suivants concernant les Antilles :

1° *Botanicon americanum*, 8 vol. in-fol. (reliés en basane), 1219 dessins (avec ou sans texte en regard). Ce bel ouvrage, le seul de Plumier que nous ayons consulté, était au Jardin des plantes longtemps avant les vingt et un volumes qui lui sont venus de la Bibliothèque royale en 1833; il devait être à la Bibliothèque du Roi, lorsque Boerhaave, en 1733, en fit copier 508 dessins par le peintre Aubriet, sous la direction de Vaillant (Note de Boerhaave, d'après la préface citée de Burmann). Cette copie, faite en deux volumes grand in-folio

et 1760 (Haller, *Biblioth. bot.*, p. 13). Deux *Clusia* figurent seuls parmi ces *Icones* de Plumier, édition Burmann, savoir : tab. LXXX, fig. 1, le *Clusia foliis aveniis* (avec indication dans le texte de la phrase spécifique de la première édition du *Species* de Linné, mais suppression du nom *major*) ; et même table, fig. 2, le *Clusia foliis venosis* (avec citation de la première édition du *Species* et suppression du nom spécifique *minor*).

Mais que sont ces planches de *Clusia* de l'édition Plumier-Burmann, que tout le monde a citées de confiance, sans se douter de leur flagrante inexactitude ? Ce sont tout simplement des chimères, des composés d'éléments divers, greffés l'un sur l'autre avec une incroyable ignorance.

Ici les dessins originaux de Plumier, conservés à la bibliothèque du Muséum, vont nous fournir de curieuses révélations.

Cette admirable collection renferme cinq figures de *Clusia* :

1° Volume VI, table 85 (sans texte) : *Clusia flore albo, fructu coccineo.*

C'est la planche publiée par Burmann sous le nom de *Clusia foliis aveniis ;* seulement sur le dessin de Burmann on a mis à la place d'un bouton du dessin original une fleur ouverte appartenant à l'espèce de la table 89 de Plumier, espèce dont Plumier a

(sous forme d'atlas), envoyée en Hollande par les soins de Shérard, consultée par Linné, qui en traça, avec l'aide de Van Royen, de courtes descriptions dont il dut faire usage pour son *Species*, fut achetée, après la mort de Boerhaave, par Burmann, qui en publia une partie des dessins ; enfin elle existe aujourd'hui à la Bibliothèque de Leyde.

2° *Botanographia americana, plantarum ex America icones.* 3 vol. in-fol. dont un de dessins. — 248 dessins.

3° *Antillarum insularum natur. icones bot.* 1 vol. in-fol., 190 dessins.

Ces deux ouvrages sont venus de la Bibliothèque royale à celle du Muséum en 1833, avec les autres manuscrits ci-dessus indiqués. On suppose que la Bibliothèque royale les avait eus du fonds du couvent des Minimes, en 1793.

Les deux volumes de dessins de ces derniers ouvrages, plus les huit volumes du premier, renferment ensemble 1657 dessins.

La bibliothèque Delessert possède les calques de tous les dessins des huit volumes du *Botanicon americanum* de Plumier, calques provenant de la Bibliothèque de Jussieu.

pris les détails analytiques pour caractériser son genre *Clusia*. De plus, une partie de ces mêmes détails analytiques a remplacé, sur la planche de Burmann, les vraies analyses du dessin original n° 85.

Les analyses de ce dessin 85 représentent la coupe transverse d'un fruit à cinq loges, deux fleurs pédonculées faisant partie d'une cyme triflore, et présentant deux bractées calycinales, quatre sépales verts décussés, quatre pétales blancs concaves. Ajoutons qu'une fleur vue par devant montre les quatre pétales concaves en croix et formant coupe, plus au centre un faisceau serré d'étamines, dont on ne distingue que les extrémités des anthères. Nous reviendrons plus loin sur ce dessin à propos du *Clusia alba*, qu'il représente en réalité.

2° Table 86 (specim. fructif.) et table 87 (specim. florif.), avec texte : *Clusia flore roseo, major, fructu subviridi.*

C'est la plante qui est devenue depuis le *Clusia rosea*, L. Il n'y a pas d'autres analyses que la figure d'un fruit ouvert.

3° Table 88 (avec texte) : *Clusia flore roseo minor, fructu e viridi rubro.*

Malgré la variante légère relative à la couleur du fruit (*fructu e viridi rubro*, au lieu de *fructu flavescente*), on ne peut guère douter que ce dessin ne représente le *Clusia flore roseo minor, fructu flavescente* du *Genera* de Plumier (p. 21), et par conséquent le *Clusia minor*, L. sp. (edit. 1ª), ou *Clusia venosa*, L. sp. (edit. 2ª et poster.). Mais ici l'ignorance de l'artiste chargé de copier les dessins de Plumier pour Boerhaave (nous n'osons accuser Vaillant d'avoir commis une pareille méprise), l'ignorance du copiste a complétement altéré le dessin original.

Prenant, en effet, de ce dessin de Plumier, les feuilles, l'inflorescence, les fruits et les quatre boutons floraux, le copiste a cru pouvoir remplacer les deux fleurs ouvertes par des fleurs d'une autre espèce prises directement dans les figures analytiques de *Clusia*, publiées dans le *Genera* de Plumier. Or les fleurs en question ont six pétales obovales-orbiculaires, et brusquement contractés en onglet étroit, de manière à laisser des intervalles vides entre leurs bases ; celles de l'origina ont *cinq* pétales obovales-orbiculaires, plus étalés que les précédents, et tellement

larges à la base, que leur ensemble représente une corolle gamopétale à cinq lobes, d'autant plus que Plumier, n'ayant pas évidemment donné le dernier fini à ce dessin, n'a tracé que vaguement les limites de pétales sur les points où ils sont en recouvrement l'un sur l'autre. C'est probablement l'état quelque peu ébauché de ces fleurs ouvertes de la figure 88 qui aura donné au copiste l'idée de leur substituer des fleurs, suivant lui parfaites, des dessins analytiques du *Genera* de Plumier. Mais en greffant ainsi sur son dessin ces éléments empruntés, il a fait preuve d'une maladresse nouvelle : car l'une des fleurs (celle de droite), dans le dessin ainsi fabriqué (tab. 87, fig. 2, de Burmann), est placée de telle sorte que, étant censée vue de face, elle présente dans son centre une colonne pistilliforme, terminée par cinq appendices d'apparence stigmatique. Or la fleur, ainsi présentée comme de face, est tout simplement une fleur vue par derrière, telle qu'elle existe, table 10 *a*, dans le *Genera* de Plumier. Sa colonne pistilliforme est un pédicelle ; ses appendices, d'apparence stigmatique, sont des bractéoles (1).

En somme, les deux mêmes fleurs ouvertes des analyses du *Genera* de Plumier, l'une vue du dos, l'autre de face, ont servi pour les deux dessins des *Icones* de Burmann, et ces fleurs, ainsi employées à double fin, n'appartiennent en réalité ni à l'une ni à l'autre espèce. L'une des fleurs même, celle qui est vue du dos, est évidemment fantastique, car elle ne reproduit pas l'excellente figure correspondante du dessin original de Plumier, et ses quatre bractéoles, à la base même du pédicelle, sont presque sûrement inventées. Les véritables analyses du dessin n° 88 de Plumier consistent seulement en deux fruits, dont l'un, coupé transversalement vers son milieu, montre six loges, et dont l'autre représente sept valves naviculaires, récurvées-réfléchies, c'est-à-dire fortement arquées en arrière par suite de leur déhis-

(1) Pour surcroît d'inexactitude, la figure de Burmann montre par erreur de copiste cinq de ces appendices ou bractées, au lieu de quatre qui sont représentées dans le *Genera* de Plumier, et, dans le *Genera* lui-même. Ces appendices ont dû être ajoutés par inadvertance, car on ne voit pas de traces dans le dessin original de Plumier (tabl. 89) à cette même fleur vue par derrière, et très exactement figurée.

cence, et laissant à leur centre une columelle oblongue, à sept ailes étroites.

Les nervures latérales, qui ont fait nommer *venosa* l'espèce que représente ce dessin, sont moins nombreuses dans la figure que dans les exemplaires des Antilles, de Panama et de la Nouvelle-Grenade, que nous y avons rapportés. Mais le dessin n'est évidemment pas fini, et ne mérite pas, pour les détails, la confiance presque toujours due à l'admirable exactitude, aussi bien qu'au talent d'artiste de Plumier.

Voici, du reste, pour compléter les renseignements sur cette espèce, la description inédite que l'illustre auteur a mise en regard de son dessin :

« *Clusia flore roseo minor, fructu e viridi rubro.*

« Nucem europæam adæquat hæc arbor, ligno pallenti-candicante, corticeque crasso cinereo et resinoso. Ex ejus primoribus ramis rami alii producuntur longissimi, alios etiam producentes longiores, tenuiores, nodosos et ad singulos nodos binis foliis instructos oppositis linguiformibus equidem sed ad pediculum angustatis, tres aut quatuor pollices longis, crassiusculis, acidulis, unitis ac desuper quam inferius virentioribus.

Tandem circa ultimos ramos alii nascuntur ramuli etiam nodosi, floresque quosdam deferentes per paria oppositos paullo magis quam nummum gallicum amplos, *monopetalos*, hypocrateriformes, in *quinque* partes rotatos purpureoque nitore splendentes. Ex ipsorum autem *calyce polyphyllo, rubente et resinoso* exsurgit pistillum striatum resinosum subluteum perlucens capituloque virente etiam striato instructum (évidemment l'auteur confond ici comme pistil, le pistil lui-même avec son stigmate ou *capitulum* et la cupule des staminodes qui recouvre et cache le pistil), quod deinde abit in fructum ovatum ovo columbino fere æquale, *e viridi rubens*, intus resinosum et in plures partes a summo ad imum dehiscentem, seminibus tandem fœtum oblongis et acuminatis ac placentæ conicæ sulcatæ et corallinæ affixis.

Multoties plantam reperii apud insulam Sandominicam et per varias regiones. »

Nous avons écrit en italique les passages qui nous ont paru devoir être remarqués. Il ne faut pas ajouter à l'expression *monopetalos* un sens tout à fait rigoureux, car Plumier introduit ce mot dans la caractéristique du genre *Clusia*, bien que ses analyses

mêmes présentent des fleurs polypétales. La couleur du calice et le nombre primaire des pétales sont à noter pour distinguer la plante de notre *Clusia Plumerii* dont il va être bientôt question. L'habitat de l'espèce *per varias regiones* prouve qu'elle est relativement assez répandue hors de Saint-Domingue, et fait présumer que nous avons raison d'y rapporter nos exemplaires des localités citées.

Ceci dit, revenons aux dessins originaux de Plumier.

4° Table 89 (avec texte) : *Clusia flore incarnato fructu e viridi pallente.*

C'est le type de notre *Clusia Plumerii*, dont nous allons traiter ci-après.

Pour terminer cette longue dissertation, disons pourquoi nous avons rétabli pour son objet le plus spécial le nom de *Clusia minor* de la première édition du *Species* de Linné, au lieu de *Clusia venosa* des éditions subséquentes. C'est que *minor*, nom presque oublié, a l'avantage d'être à la fois ancien (et préférable par droit de priorité), et nouveau (moins compromis par une synonymie embrouillée). Sous le nom de *venosa*, au contraire, Linné a désigné une espèce (fantastique en tant que fondée sur une figure fabriquée d'éléments divers); Jacquin en a décrit imparfaitement une autre (*Clusia Mangle*. L.-C. Rich.?); enfin M. Grisebach a cité avec doute la figure de Plumier-Burmann (tab. 87, fig. 2), c'est-à-dire le type du *Clusia venosa*, L., comme se rapportant peut-être à son *Tovomita Plumieri.*

14. Clusia Plumerii, Nob.—Arbor, ramis tenuibus expansis arbores radicibus aeriis amplectentibus, foliis obovato-oblongis in petiolum attenuatis (circit. 4 pollic. longis), cymis terminalibus pauciforis, floribus pedicellatis, bracteis calycinis 4 (v. minus?) sepalis 4 *candidis*, petalis 6 (v. plura?) in orbem expansis obovato-orbiculatis basi in unguem contractis rubicundis, staminodiorum (floris fœm.) urceolo subgloboso basi ima albido cæterum fulvo (ex icon.), stigmatibus 6-7 radiatis, capsulæ ovoideæ valvis 6-7 navicularibus dehiscentia demum stellato-patentibus non vero retrorsum arcuatis, seminibus in loculo singulo circiter 4 pendulo-patentibus, pulpa (arillodio) corallina involutis.

(Charact. ex icone et descript. Plumer. inedit. elicitum.)

Saint-Domingue (Plumier).

Clusia flore incarnato fructu e viridi pallente, Plum., *Icon. inedit.*, tab. 89, cum descriptione sequente :

« Planta hæc arbor est longa lateque distenta, caudice equidem satis tenui pollens, at caudicis tenuitatem ramorum longitudo satis spectabilis compensat ; cum decem aut duodecim pedes longi reperiantur pro longitudine satis tenues radiculasque funiculosas emittentes, quibus rete spirarum multiplici contortione ad vicinas arbores annectunt. Lignum caudicis albicans est tenerum ac medullosum corticeque indutum crassiusculo intus rufescente, exterius vero tabeculis leucophæis candidis ac virentibus maculoso, ac resinam, si concidatur, fundente subcandidam valde inflammabilem ac picem pineam olentem et sapientem.

Ex ramis autem jam dictis longissimi alii producuntur rami terra penitus incumbentes, ni vicinarum arborum sustentaculo fruiscantur, et ex his tandem alii etiam sed semper exiliores et breviores, quibus ultimis quædam insident folia per paria semper opposita oblongo-rotunda ligularum instar plicata quatuor circiter pollices longa, glabra, omnino e luteo virescentia ac, si concidantur, resinam etiam effundentia.

Ramulorum tandem summitatibus flores quidem prominent rosis sylvestribus v. caninis perquam similes, nummo gallico paulo ampliores, rotacei, plurimis scilicet petalis constantes subrotundis, in orbem positis et incarnato rubore spectandis. Ex ipsorum autem *calyce candido et tetraphyllo* exsurgit pistillum angulosum seu striatum viride globuloque resinoso cereo ac perforato præcinctum, quod deinde abit in fructum ovatum, ovo columbario fere æqualem, subviridem intus innumeris poris fistulosis resinam fundentibus pervium, ac tandem in plurimas partes a summo ad basim radiatim dehiscentem seminibusque fœtum fere reniformibus aut cylindraceis purpureis, pulpa tenerrima et coralli instar rubente contectis intraque rimas placentæ conicæ et striatæ contentis.

Plantam multoties reperii apud sylvas insulæ Sandominicanæ. »

Le dessin, joint à cette description, ne présente, comme ensemble, qu'un rameau simplement fructifère ; mais il est accompagné d'excellentes analyses des fleurs, fruits et graines, dont la plupart ont été reproduites dans le *Genera* de Plumier, à l'appui de la description générique du *Clusia*. C'est donc là rigoureusement le prototype de ce genre, et si nous en connaissions les fleurs

mâles, nous aurions pu regarder l'espèce en question comme le type de la section *Euclusia*. Malheureusement les plantes de Saint-Domingue sont tellement rares dans les herbiers, que nous avons cherché vainement celle-ci dans les plus riches collections de France, et tout ce que nous en connaissons est emprunté à l'excellent dessin colorié et à la non moins remarquable description de Plumier.

Observons en passant que les analyses originales de ce dessin n'ont été reproduites par les gravures du *Genera* de Plumier qu'avec de notables inexactitudes et dans des proportions réduites : les pétales y sont beaucoup trop rétrécis en onglet; les valves de fruit au nombre de cinq et de six, au lieu de sept ; les graines en rangées de trois, au lieu de quatre; la fleur *a*, vue sur le dos, est imaginée, et s'éloigne beaucoup de celle qui lui correspond dans l'original. Or ce sont ces reproductions inexactes qui se retrouvent en partie dans la planche LXXXXII, figure 1, des *Icones* de Plumier-Burmann, et dont la même fleur a été greffée sur les branches de deux espèces toutes différentes.

Les erreurs que nous signalons ici pour les *Clusia* dans les *Icones* de Plumier (édition Burmann) doivent peut-être tenir les botanistes en garde contre l'exactitude supposée des planches de cet ouvrage, et rendent d'autant plus précieuse l'admirable collection des dessins originaux de l'auteur.

Après ces explications, une difficulté reste encore, c'est la suivante :

Des quatre espèces de *Clusia* énumérées dans le *Genera* de Plumier, la quatrième est caractérisée par cette phrase : *Clusia alia minor, flore albo, fructu virescente.* Or, aucune plante répondant à ces caractères n'existe dans les manuscrits de Plumier. Burmann, qui ne saurait avoir vu la plante en litige, la rapporte néanmoins, sans hésiter, comme variété β à son *Clusia foliis venosis.* Linné lui-même l'avait déjà rattachée comme variété γ à son hétérogène *Clusia major* (*Species*, édit. 1, p. 509). Mais ces opinions ne reposent sur aucune base, et le mieux est de laisser indéchiffrée une énigme dont on ne possède pas la clef.

Comment se fait-il, d'autre part, que Plumier n'énumère pas,

parmi ses quatre espèces primitives de *Clusia*, justement celle dont il a pris les analyses comme illustration des caractères du genre, c'est-à-dire le *Clusia flore incarnato, fructu e viridi pallente* de ses manuscrits? Serait-ce que son *Clusia alia minor, flore albo, fructu virescente*, lui parut une simple variété de cette dernière espèce (1)? Mais alors pourquoi ne pas mentionner cette variation dans son texte imprimé ou manuscrit? Il y a là, nous le répétons, un problème pour nous insoluble; mais le *Clusia*, que nous appelons *Plumerii*, n'en est pas moins parfaitement caractérisé.

15. Clusia odorata, Seem., *Bot. of Herald.*, p. 89.

Vulgo : *Copecillo oloroso* (Seem.).

Veraguas, volcan de Chiriqui (Seemann).

Bracteæ calycinæ 2. Calyx 4-phyllus, foliolis biseriatis. Petala 4 (forsan interdum 5) non regulariter decussata. Cupula staminodiorum margine repanda, ananthera. Stigmata 6-7 orbiculari-ovata, infra apicalia.

Flores albi, odorati, diametro circiter pollicari (Seemann).

Nous n'avons vu qu'un exemplaire imparfait de cette espèce, et n'avons pu en analyser qu'un bouton. Serait-ce par hasard le *Clusia alia minor, flore albo, fructu virescente* de Plumier, dont il a été question ci-dessus comme d'une espèce dont la trace est perdue? Ses fleurs blanches et petites justifient peut-être cette présomption.

16. Clusia rosæflora, Planch. et Lind. mss. — Ramulis compressis, foliis longiuscule petiolatis, anguste cuneato-lanceolatis v. cuneato-oblongis basi longe attenuatis, margine tenui revolutis siccitate chartaceis glaberrimis nitidis, nervo medio utrinque prominente, lateralibus crebris (25-30) obliquis fere ad marginem usque extensis, cymis (in specim. unico forsan depauperato) trifloris folia haud æquantibus pedunculatis, floribus pedicellatis magnitudine circit. *Rosæ caninæ* albis, odoratis, bracteis calyci-

(1) M. Seemann constate que son *Clusia pratensis* (*C. minor*, L. et Nob. *supra*) varie à fleurs roses ou blanches, avec macules sanguines.

nis 4, externis parvis, calyce 5-phyllo (an semper?), petalis 5 calyce longioribus obovato-orbiculatis in unguem latum contractis, staminodiorum cupula extus circit. 10-12 costata sub margine 10-12 crenato extus foveolis glandulosis exsculpta, stigmatibus 5, radiatis, triangulari-ovatis.

Venezuela, Truxillo (Linden, n° 384).

Évidemment voisin du *Clusia odorata*. Il en diffère par le nombre de sépales et des pétales, par les staminodes avec trace de glandes remplaçant les anthères, etc.

SECT. V. — RETINOSTEMON (*vide supra*, p. 320).

Nous avons hésité longtemps à considérer ce type, d'ailleurs assez complexe, comme une simple section du *Clusia*. Cette conclusion néanmoins nous est en quelque sorte imposée par les rapports intimes entre les *Retinostemon* et les *Phlœanthera*, et par l'impossibilité de définir le type *Clusia* lui-même, sans comprendre dans son cadre les *Retinostemon*. Le fruit seul qui ne nous est pas connu chez ce dernier type, pourrait, s'il offre des caractères bien particuliers, lui donner droit à figurer comme genre à part, au même titre au moins que le *Quapoya* et l'*Arrudea*, que les fleurs mâles seules ne distingueraient pas suffisamment du *Clusia*.

TYPUS A. — GYMNACRON (*vide supra*, p. 320).

17. CLUSIA LAURIFOLIA, Nob. — Foliis lanceolato-oblongis acuminatis utrinque acutis integris coriaceo-chartaceis, nervo medio sat valido lateralibus utrinque 12-15 patentibus arcuatis utrinque prominentibus, cymis terminalibus breviter pedunculatis nutantibus bis trichotomis in specim. nostro 9-floris, pedicellis flore brevioribus, floribus diametro circit. pollicari, calyce bibracteato 5-phyllo, foliolis externis oppositis minoribus, petalis 5 inæquilateris oblique orbiculatis, staminibus (fl. masc.) in globum depressum vertice nudum resinosum concretis, antheris biseriatis sessilibus bilocularibus, staminodiis (fl. fœm.) in annulum integrum coalitis, stigmate 10-radiato.

Nouvelle-Grenade, Cordillère du Choco, alt. 1300 m. (Triana).

Arbor erecta. Ramuli apice tetragoni. Folia 10-18 centim. longa, 3 1/2-6 centim. lata, petiolo 1 1/2-2 centim. longo. Antheræ circit. 36-40, biseriatæ, contiguæ, seriei cujusvis circiter 16-20 irregulariter alternæ, biloculares, extrorsæ, loculis oblongis connectivo angusto adnatis rima verticali dehiscentes. Ovarium cylindraceum, 10-loculare, loculis parvis. Ovula in loculo singulo pauca (2-3? v. ultra?).

Typus B. — TRIPLANDRON (*vide supra*, p. 320).

Triplandron, Benth., *Bot. of the Sulph.*, 73, tab. 28.

18. Clusia lineata, Nob. — *Triplandron lineatum*, Benth., *l. c.*; Walp., *Repert.*, V, 145.

Colombie, Tumaco et San-Pedro, sur les côtes du Pacifique (Sinclair). — Même région, sans localité spéciale (Née, in herb. Facult. medic. Monspel., sub *Calophyllo*).

Voici les caractères de l'androcée, tels que nous avons pu les vérifier chez l'exemplaire de Née, que nous avons découvert dans l'herbier de l'École de médecine de Montpellier, où une erreur de localité l'indiquait comme venant des Philippines :

Environ seize étamines à la rangée inférieure; huit environ à la rangée moyenne, dont quatre un peu plus hautes que les autres; quatre au sommet de l'androcée. Anthères biloculaires, à loges adnées, extrorses, divergentes à leur base, s'ouvrant extérieurement par une fente longitudinale.

Typus C. — PENTACRON (*vide supra*, p. 320).

19. Clusia decussata, R. et Pav. mss. in herb. Deless. — Scandens (?) ramulis tetragono-compressis, foliis petiolatis obovato-v. elliptico-oblongis acuminatis acutiusculis margine integro v. repando tenui subrevolutis chartaceis nervo medio prominente lateralibus crebris (utrinque 25-30) obliquis prominulis simplicibus v. parce ramosis, cymis terminalibus plurifloris, floribus parvis pedicellatis, calyce bibracteato 4-phyllo, petalis 4, staminibus irregulariter pluriseriatis, in globum concretis, 5 (v. rarius 4) api-

cali-centralibus cæteris majoribus radiatis, staminodiorum urceolo plane ananthero, stigmatibus 6-7 radiatis.

Pérou (Ruiz et Pav.). — Dombey in herb. Mus. Par.

Bracteæ calycinæ 2. Foliola calycina 4, biseriata, decussata, concava, æstivatione valde imbricata. Petala 4, biseriata, externa 2 semisepaloidea, altero alterum æstivatione marginibus amplectente, in alabastro evoluto late orbiculata, in unguem latum brevem contracta : interna 2 præcedentibus alterna, orbiculato-obovata, leviter inæquilatera, apice biloba lobo altero tecto, altero tegente. Stamina apicalia 5 cæteris multo majora, rimis 5 radiantibus discreta, connectivo crasso, obtuse triangulari, loculis 2 discretis convergentibus, connectivo multo minoribus. Ovarium (in fl. fœm.) 6-7-loculare, urceolo staminod. plane cinctum, loculis ad axim 6–8-ovulatis, ovulis biseriatis, horizontalibus, anatropis, basi arillodio cupulæformi cupulatis.

20. Clusia Spruceana, Nob.—Foliis oblongo-obovatis, basi cuneatis, in petiolum brevem latum sensim attenuatis apice obtusis v. obtuse acuminatis nervo medio valido, lateralibus tenuibus obliquis fere ad marginem extensis, cymis terminalibus nutantibus breviter pedunculatis trichotomis, floribus pedicellatis, calyce bibracteolato 5-phyllo, petalis 6, staminibus 25 et ultra in massam ovato-globosam concreta irregulariter pluriseriata, antheris terminalibus 5 radiantibus, loculis 2 extrorsum adnatis rima longitudinali dehiscentibus.

Pérou oriental, près de Tarapote (Spruce, n° 4197, sub *Triplandro* cum « ? »).

Loculi antheræ cujusvis 2, paralleli, discreti, basi divergentes, oblongi, bilocellati, locellis discretis, parallelis, demum latere interno rima apertis, unde loculus totus post dehiscentiam quasi unilocularis late hians evadit.

Typus D. — DIPLANDRON (*vide supra*, p. 320).

21. Clusia loranthacea, Nob. — Arbor erecta, foliis petiolatis oblongo-obovatis (circit: 8-15 centim. longis) breviter acuminatis

acutis coriaceis nervo medio valido lateralibus crebris patentibus parallelis in nervulum marginalem connexis utrinque prominulis, cymis (fl. masc.) terminalibus trichotomis plurifloris, floribus pedicellatis parvis, calyce 4-phyllo, petalis 5, androcæi apice 4-lobi antheris biseriatis, seriei superioris 8 geminatim lobo singulo adnatis, inferioris circiter 16, loculis 2 discretis incomplete bilocellatis, dehiscentia irregulari (?) ruptis.

Nouvelle-Grenade, forêts du Choco, alt. 100 m. (Triana).

Rami, sicut folia, glaberrimi, novelli, sicut inflorescentiæ foliaque, exsiccatione rufiduli. Folia subtus pallidiora et obsolete punctata, cæterum opaca. Petioli circit. 2 centim. longi, basi more affinium in foveolam ampliati. Rami inflorescentiæ compressi, divaricati, sæpius bis-divisi, 3-flori. Bracteæ parvæ, ovato-triangulares, naviculares, divaricatæ, ad ramorum inflorescentiæ furcationes geminæ. Pedicelli nudi. Flores explicati (non visi) forsan circiter diametro 12-14 millim. Calyx 4-phyllus, foliolis biseriatis, externis 2 ovato-orbiculatis, crassioribus, æstivat. subvalvatis, interiora latiora anguste imbricata tegentibus. Petala 5, æstivat. 5-conciali imbricata, obovato-orbiculata, externis 2 cum foliolis calycinis internis alternantia. Stamina in massam depresse globosam apice 4-lobam lacunis resiniferis confertam plane concreta. Antheræ seriei inferioris circiter 16, in circulum basi ima androcæi insertæ, seriei superioris 8, omnes biloculares loculis adnatis semi-immersis ellipsoideis v. triangulari-suborbiculatis, intus incomplete bilocellatis.

Typus E. — SORANDRON (*vide supra*, p. 321).

22. Clusia Seemanni, Nob.— *Triplandron lineatum*, Seemann, *Bot. of Herald*, 88, non Benth. —Foliis petiolatis late lanceolato-ellipticis basi acutis apice acuminatis et acutiusculis margine integerrimo revolutis, nervo medio valido secundariis oblique patentibus crebris utrinque prominulis, cymis terminalibus repetito-trichotomis, floribus (masc.) parvis, calyce 4-phyllo, petalis 4 decussatis, staminibus indefinitis in acervum dense congestis

et concretis, antheris 2-3-4-locularibus, loculis apicalibus immersis rima transversa dehiscentibus.

Baie du Choco (Seemann).

Très semblable par l'apparence extérieure au *Triplandron lineatum*, Benth., si bien que M. Seemann a cru devoir l'y rapporter. Mais le nombre, la disposition et la structure des étamines, l'en distinguent complétement. Ici, pas de rudiment d'ovaire, pas de lobes terminaux à l'androcée, pas d'anthères, en grande partie superficielles et à déhiscence longitudinale; mais des anthères nombreuses, irrégulièrement groupées, à logettes plus ou moins plongées dans la substance des filets soudés en masse et à déhiscence transversale. C'est sur l'exemplaire de M. Seemann, que ces caractères ont été vérifiés.

Typus F. — MESOSTYLION (*vide supra*, p. 321).

23. Clusia Candelabrum, Nob. — Foliis oblongo-obovatis, basi cuneata in petiolum attenuatis coriaceis nervosis, cymis terminalibus trichotomis, floribus pedicellatis ampliusculis, calyce bibracteato 4-phyllo, petalis 5 obovato-orbiculatis, androcæo (fl. masc.) e massa subglobosa centro pervia a medio ad apicem dense antherifera constante, antheris bilocularibus parvis superficialibus, loculis 2-parallelis v. basi divergentibus rima longitudinali extrorsum dehiscentibus, ovarii rudimento e basi incrassata in columnam cylindraceam apice recurvo 5-lobam producto.

Près de Panure, sur le Rio Uaupes, région de l'Amazone (Spruce, n° 2431).

Sepala 4, biseriata, inæqualia, non regulariter decussata. Petala 5, imbricato-convoluta. Filamenta staminum in massam urceoliformem, intus lacunis resiniferis farctam concreta. Antherarum connectiva non conspicua. Columna sterilis intus fistulosa.

La déhiscence des anthères par des fentes au lieu de pores est le seul caractère de quelque valeur qui distingue cette section des *Arrudea*, dont il sera question plus loin, et qui seraient peut-être

mieux placés comme simple section dans les *Clusia*, que conservés à part comme genre.

SECT. VI. — CORDYLANDRA (*vide supra*, p. 321).

24. CLUSIA FLUMINENSIS, Nob. — Foliis obovatis basi cuneata in petiolum brevem latum attenuatis apice obtusissimis coriaceis, nervo medio valido lateralibus crebris prominulis obliquis nervo marginali connexis, cymis terminalibus axillaribusque paucifloris, floribus breviter pedicellatis ampliusculis, alabastris globosis, calyce 2-bracteato 4-phyllo, petalis 5, fl. masc. staminibus circiter 15-16, intimis 5 uniseriatis, filamentis clavatis plane liberis, antheris apicalibus bilocularibus, loculis rima longitudinali dehiscentibus, pistilli rudimento 5-gono intra stamina occultato.

Brésil, Rio de Janeiro (Gaudichaud, n° 781).

Sepala 4-decustata. Petala 5 æstivatione imbricata. Filamenta staminum tetragona, apice leviter concava. Antheræ apicales, oblique extrorsæ, sessiles, adnatæ, loculis parallelis oblongis rima longitudinali dehiscentibus. Pistilli rudimentum stigmatibus 5 trigonis in calyptram approximatis coronatum.

25. CLUSIA ORGANENSIS, Nob. — (Tovomitæ sp. dubia innominata, Gardner in Hook. *Lond. journ. of Bot.*, II, 334.) Frutex, ramis dichotomis epidermide grisea vestitis, ramulis apice tantum foliosis, foliis oblongo-obovatis parvis (6-8 centim. longis) apice rotundatis nunc retusis margine tenui revolutis, floribus terminalibus pedicellatis, calyce 4-phyllo, petalis 5, staminibus circiter 15, intimis 5 uniseriatis, filamentis liberis quadrato-clavatis, antheris apicalibus bilocularibus, fl. fœm. staminodiis circit. 12 clavatis liberis v. hinc inde coalitis apice rudimentum antheræ gerentibus, ovario 5-loculare, stigmatibus 5 triangulatis peltatis in calyptram pyramidatam conniventibus.

Montagnes des Orgues, près de Rio de Janeiro (Gardner, n° 330 et 331 in herb. Delessert).

Frutex circit. 8-pedalis (Gardner). Rami denudati. Ramuli apice parce foliosi. flores terminales (an semper?). Pedicelli flore sub-

breviores. Corolla post anthesim reflexa. Ovarium (ex specimine fœm. n° 21, in herb. Mus. Par. collectoris nobis ignoti) 5-loculare. Ovula in loculo pauca (6-8) anatropa, angulo interno biseriatim affixa, semipendula.

26. Clusia Renggerioides, Nob.—Ramis furcatis, foliis ad apices ramulorum 2-4 obovato-oblongis basi cuneata attenuatis, cymis pedunculatis dichotomis, floribus subsessilibus parvis, bracteolis calycinis 6 decussatim triseriatis, calyce 5-phyllo, petalis 5, staminibus circiter 20 obscure 3-seriatis intimis 5 radiatis, filamentis brevibus crassis cuneatis, antheræ loculis 2 (rarius 3) in formam litteræ V obversæ conniventibus rima dehiscentibus.

Panure, Rio Uaupes, région de l'Amazone (Spruce n° 2895).

Nous avons eu un instant l'idée de rapprocher de cette espèce le *Renggeria littoralis*, Poepp. et Eddl. (Nov. gen., tab. 209, B), dont on ne connaît pas les fleurs hermaphrodites. Mais comme il est dit positivement dans la description, que les loges de l'anthère s'ouvrent par deux pores au sommet, il est probable que ce type rentre plutôt dans le genre *Quapoya*, Aubl. (*pro parte*) dont le *Schweiggera*, Mart., ou *Renggeria*, Meisn., ne sont que des synonymes.

Sect. VII. —CLUSIASTRUM (*vide supra*, p. 322).

27. Clusia cuneata, Benth. in Hook. *Lond. journ. of Bot.*, II, 368.

Guyane anglaise (Schomb. n° 317, in herb. Mus. Paris.). — Guyane française, Karony. Sagot, ibid.

Ramuli tetragoni apicem versus tetragono-compressi. Folia cuneato-oblonga, basi sensim angustata, in petiolum brevem late alatum contracta, interdum plus minus glaucescentia, nervo medio valido, lateralibus crebris parallelis oblique patentibus apice in nervum marginalem connexis. Cymæ terminales, trichotomæ. Flor. masc. bracteæ calycinæ 2-4-6 orbiculatæ, ampliusculæ. Sepala 5, quincunciatim imbricata. Petala 6-8 cuneata, membranacea, alba, flabellato-venosa. Stamina numerosa centro floris in

acervum dense congesta, brevia, libera, intimis tantum materia resinosa conglutinatis, omnia receptaculo crassiusculo depresse cupulæformi undique inserta, receptaculi basi externa nuda, centro intimo fere nudo, ovarii rudimento nullo. Filamenta gracilia, externa cæteris longiora. Antheræ basifixæ filamento continuæ et eo paulo latiores, loculis angustis connectivum lineari-clavatum marginantibus, introrsum rima longitudinali dehiscentibus, connectivo ultra loculos breviter producto, apice glanduloso resinam quamdam exsudante. Flor. fœm. Bracteæ. calyx, corolla maris. Staminodia plura, linearia, crassa, ananthera, obscure biseriata, in cupulam ovarium amplectentem concreta, resiniflua. Ovarium sessile, depresse ovatum, circiter 16-sulcum, stigmatibus 16, angustis, radiantibus coronatum.

28. Clusia crassifolia, Nob. — Foliis obovatis basi in petiolum brevem latum marginato-alatum semi-amplexicaulem contractis apice rotundatis margine revolutis valde coriaceis nervo medio valido lateralibus tenuibus, inflorescentia (?) floribus (masc.) amplis (diametro circit. 8 centim.), calyce 4-phyllo bibracteato, petalis 6 obovatis, staminibus numerosis centro floris in acervum confertis receptaculo leviter prominenti in discum expanso insertis, filamentis brevibus liberis, antheris linearibus quadrato-complanatis, connectivo angusto apice truncato ultra loculos vix producto, loculis marginalibus rima dehiscentibus.

Guyane anglaise, Roraima (Schomburgk n° 709 in herb. Mus. Paris.).

Malgré l'absence de fleurs femelles sur l'exemplaire unique ici décrit, on ne peut guère hésiter à faire rentrer cette espèce dans la section *Clusiastrum*, à côté du *Clusia cuneata*. La structure des étamines (sauf de légères nuances), l'insertion de ces organes sur un réceptacle discoïde peu saillant, le nombre des pétales, enfin le facies, tout autorise ce rapprochement.

Sect. VIII. — STAUROCLUSIA (*vide supra*, p. 322).

La décussation ordinairement parfaite des bractées, sépales et pétales, disposés par paires croisées; la forme carrée de récep-

tacle qui supporte les étamines; les staminodes (plus ou moins pollinifères) en nombre habituellement restreint; les étamines toutes groupées en faisceau compacte, mais d'ailleurs libres; les anthères linéaires ou oblongues non cuspidées, voilà tout un ensemble de traits, qui, dans un type moins polymorphe, suffirait amplement à distinguer génériquement des vrais *Clusia*, tels que le *Clusia rosea*, la section à laquelle nous donnons comme prototype le *Clusia flava*, L. Mais on a vu déjà par quelle série de gradations se fait le passage des sections l'une à l'autre ; comment la soudure ou la séparation des étamines, la forme, la structure, la déhiscence des anthères, la soudure ou la séparation, la stérilité complète ou la demi-fertilité des staminodes forment autant de termes variés, dont aucun pris isolément ne saurait fournir les éléments de bons caractères génériques, mais qui, par leur combinaison rationnelle, peuvent servir à caractériser des sections. Pour l'ordre même des sections, nous avons procédé de telle sorte que, prenant surtout pour base les staminodes, nous avons vu ces organes soudés en cupule chez les *Euclusia*, les *Phlœanthera*, les *Retinostemon*, en partie libres chez les *Cordylandra* et les *Clusiastrum ;* ils vont devenir presque tout à fait libres chez les *Stauroclusia*. En nombre plus ou moins indéfini dans les sept premières sections, nous les voyons se réduire de 4 à 8 chez la huitième ; nous les suivrons ensuite chez les trois dernières, fixés au nombre de 4 à 5 (rarement 10 par dédoublement). Presque fertiles chez les *Stauroclusia*, les *Criuvopsis*, les *Criuva*, ils arriveront chez les *Anandrogyne* à n'être que de simples denticules membraneux, dernier vestige de l'étamine modifiée.

Species typicæ.

29. Clusia flava, L., *sp.* (edit. 2ª, ann. 1763), p. 1495. — Willd., *sp.*, IV, p. 977.

Clusia major, L., *sp.* (edit. 1ª, ann. 1753), p. 509 (pro parte).

Var. α. *Sloanei :* bracteis calycinis numerosis (10-12). *Clusia flava*, Jacq., *Americ.*, 272, tab. 167. — Id., *Icon. pict.*, tab. 251. Terebinthus folio singulari non alato rotundo succulento, flore

pallide luteo, fructu majore monopyreno. Sloane, *Jamaic.*, II, p. 91, tab. 200, f. 1 (excluso fructu, ad stirpem alienam spectante).

Var. β. *Brownei :* bracteis calycinis paucis (2-4). Clusia arborea, foliis crassis nitidis obovato-subrotundis, floribus solitariis, Patr. Brown?, *Jamaic.*, I, p. 236 (exclus. syn. Catesb. et Pluken.). — Andr., *Bot. Repos.*, 223, tab. 223. — Icon. inedit. Facult. sc. monspel. tab. 824.

α. Jamaïque (Sloane, Jacquin). — β. *ibid.* (P. Browne).

Des deux formes ou variétés que nous avons distinguées dans cette espèce, la première, ou *Sloanei*, ne nous est connue que par les figures et les descriptions de Sloane et de Jacquin ; la seconde, décrite par P. Browne, figurée bien plus tard par Andrews, a fleuri souvent en Europe, et particulièrement dans le Jardin des Plantes de Montpellier, où l'un de nous la fit dessiner jadis, sous les yeux de son maître Dunal, pour la collection de vélins de la Faculté des sciences. Bien que nous n'ayons pas osé indiquer d'autres caractères distinctifs entre les deux types, de peur d'interpréter inexactement de simples descriptions ou figures, nous devons signaler, dans les dessins de Sloane et de Jacquin, la présence de nervures latérales marquées sur les feuilles, tandis que le dessin d'Andrews et la plante du jardin botanique de Montpellier n'en offrent à peu près aucune trace.

Si le type *Brownei* est le seul qui soit ou ait été cultivé en Europe, c'est alors le *Clusia flava*, Mill. (Garden. Dict.), qui, d'après cet auteur, aurait été introduit des Barbades en Angleterre, antérieurement à 1759, par un M. Parker, de Croydon (Surrey).

Jacquin décrit, chez sa plante, comme fleur hermaphrodite stérile, une fleur mâle dans laquelle existe, au centre des rangs pressés d'étamines, un rudiment d'ovaire couronné par un appareil stigmatique à quatre divisions (*stigma crassum capitatum, auctum quatuor appendiculis lateralibus*). Pareil rudiment figure parmi les analyses du *Clusia flava* d'Andrews. Le « *perianthium hexadecaphyllum, quadrangulare, imbricatum, foliolis... 4 in quolibet ordine* » dont parle Jacquin, doit s'entendre d'un calice de quatre

sépales et de douze bractées calicinales, le tout, sépales et bractées, décussés par paires et non disposés par verticilles quaternaires. Le fruit, d'après le même auteur, est une capsule presque arrondie, grande, verdâtre, couronnée de douze stigmates distincts, de couleur brune, formant ensemble un carré, avec un espace nu dans son milieu.

Patrick Browne, d'autre part, donne à sa plante, dont il n'a décrit que la fleur femelle et le fruit, un périanthe de six à huit écailles en quatre rangées, ce qui, les quatre pétales retranchés, laisse seulement deux ou quatre bractées. Il y ajoute quatre pétales et des étamines placées deux ou trois ensemble dans les intervalles entre les quatre pétales. Ces étamines sont des staminodes plus ou moins fertiles, qui, chez l'exemplaire des vélins de la Faculté des sciences, sont en effet groupés deux par deux entre les pétales, et par conséquent au nombre de huit en quatre faisceaux. Leurs anthères sont linéaires et creusées latéralement au-dessous du sommet d'un filet linéaire aplati, portant vers sa base comme deux petits denticules. C'est évidemment par erreur que Patrick Browne décrit les anthères de son *Clusia* comme *subrotundæ*. L'expression de *floribus solitariis*, employée par le même auteur, convient aux fleurs femelles de l'exemplaire des vélins de Montpellier; mais la figure d'Andrews montre des fleurs mâles en cyme pauciflore (5 fleurs).

Il n'est pas impossible que l'étude faite sur la nature des types *Sloanei* et *Brownei* révèle entre eux des diversités vraiment spécifiques.

30. Clusia ovigera, Nob. — Foliis obovato-oblongis ampliusculis (15-20 centim. longis, petiolo teretiusculo circit. 5 centim. longo) apice obtusis v. obtusissime acuminatis basi acutis coriaceis non valde crassis, nervo medio valido lateralibus tenuibus, cymis terminalibus trifidis 3-v. plurifloris nutantibus, floribus longiuscule pedunculatis, calycibus 4-phyllis, petalis 4 decussatis elliptico-quadratis patentibus, staminibus in acervum 4-gonum congestis receptaculo prominenti insertis, filamentis brevibus, antheris muticis ovato-oblongis bilocularibus, fructu oviformi (immaturo circit. 9 centim.

longo) apice sulcis 5 impressis notato stigmatumque jam delapsorum cicatricibus insignito.

Mexique (Ghiesbreght, Collect. carpolog. du Mus. de Par. n° 1831, fl. mâles et fruits en alcool).

Évidemment du même groupe que le *Clusia flava*. Remarquable par les cinq sillons superficiels tracés sur la partie supérieure du fruit.

31. Clusia Brongniartiana, Nob. (*Tovomita oblongifolia*, Hort. bot. Par.).—Frutex erectus ramosus foliis petiolatis oblongis acuminatis subacutis crassiusculis nervo medio prominente lateralibus paucis tenuibus, cymis (fl. masc.) terminalibus 3-plurifloris, floribus magnitud. mediocri albidis (exsiccatione leviter flavescentibus) pedicellatis, bracteis calycinis 6 triseriatis adpressis ovato-orbiculatis, sepalis 4 decussatis petalis demum patentibus, receptaculo staminifero prominente quadrato, staminibus in acervum quadrilaterum congestis, obscure 4-seriatis, filamentis brevibus, antheris muticis, cuneato-oblongis, loculis 2 linearibus laterali-introrsis.

Cette espèce, originaire de Cayenne, est cultivée dans les serres du jardin des Plantes de Paris : elle se rattache clairement aux *Clusia flava* et *ovigera*.

Species ob corollam interdum 5-meram in sectione minus typica.

32. Clusia alba, L., *Sp.* (edit. 2ª), p. 1495.—Wild., *Sp.*, IV, p. 976 (pro parte).

Clusia flore albo fructu coccineo, Plum., *Gen.*, p. 22.—Ejusd. icon. inedit. tab. 85, cum figuris analyt. supra p. 337 descriptis.

Clusia major, L., *Sp.* (edit. 1ª), p. 509 quoad synonymon primum Plumerianum, exclus. synon. aliis.

Clusia foliis aveniis, Burmann Plum., *Icon.*, p. 85, tab. 87, f. 1 (exclusis flore et figuris analyticis ad *Clusiam Plumerii* Nob. spectantibus).

Clusia alba, Jacq., *Amer.*, 261, tab. 166.—Ejusd. *Amer. pict.*, tab. 250 (saltem quoad tabulam, descriptione calycis corollæque forsan rectificandis).

Martinique (Jacquin; Bélanger, n° 513 in herb. de Franqueville). — Guadeloupe (Collect. carpolog. de la Faculté des sc. de Montp.).

La plus grande incertitude règne sur le compte de cette espèce, dont nous n'avons pu, malgré nos soins, nous procurer des échantillons en fleurs. L'exemplaire récolté par M. Bélanger en septembre 1853, au Morne rouge dans la Martinique, répond exactement par son fruit (non mûr) et par ses feuilles à la figure qu'en a donnée Jacquin. Ces feuilles présentent en effet sur le sec des veines obliques saillantes, caractère que n'offre pas la figure de Plumier, qui a probablement été faite sur le frais.

On a vu plus haut quelle singulière méprise a fait représenter, dans l'édition des *Icones* de Plumier, publiée en Hollande par Burmann, les rameaux et le fruit du *Clusia flore albo fructu coccineo*, avec les fleurs et les détails analytiques de notre *Clusia Plumieri*. C'est une question vidée et sur laquelle il serait superflu de revenir. Mais, Jacquin lui-même, malgré son exactitude habituelle, semble avoir commis quelque légère confusion à l'égard de son *Clusia alba;* car, la description qu'il en a donnée s'écarte à quelques égards de la figure jointe à l'appui. On lit, par exemple, dans la description : « *Perianthium enneaphyllum persistens; foliolis... imbricatis in quolibet ordine tribus, quorum intermediatria duplo majora tribus exterioribus et duplo minora interioribus. Petala* 5, *subrotunda*, etc. » Or, dans la figure des *Icones pictæ*, la fleur ouverte montre clairement quatre pétales au lieu de cinq, pétales dont la couleur blanche se détache nettement sur le jaune des pièces calicinales que l'on aperçoit en partie. Quant au nombre des bractées et pièces calicinales prises ensemble (neuf en trois rangées), on peut s'en rendre compte en supposant quatre bractées et cinq sépales, moins régulièrement décussés que d'habitude, vu l'addition, peut-être accidentelle, d'un sépale supplémentaire, répondant à l'addition analogue d'un cinquième pétale. Du reste, la fleur à quatre pétales représentée par Jacquin est évidemment le type femelle (ou pseudo-hermaphrodite) de la fleur mâle également tétrapétale des analyses inédites du *Clusia flore albo fructu*

coccineo de Plumier. Les fruits confirment cette concordance des deux figures de Plumier et de Jacquin, au moins dans leurs caractères généraux. Jacquin, il est vrai, a décrit et représenté des nervures latérales dont la figure de Plumier n'indique pas même la trace. Mais ces nervures, que nous retrouvons dans l'exemplaire récolté par M. Bélanger, n'apparaissent peut-être, comme nous venons de le dire, que par suite de la dessiccation des feuilles.

Voyez, pour les détails, la description probablement très bonne de Jacquin. Il y a dans la fleur femelle de cinq à huit staminodes libres, à filets linéaires, aigus, avec une anthère attachée à leur face interne, et plus ou moins pollinifère. On ne saurait douter que le *Clusia alba* ne fasse le passage de la section *Stauroclusia* aux sections *Criuvopsis* et *Criuva*.

Species in sectione dubiæ.

33. Clusia fragrans, Gardner in Hook., *Lond. Journ. of Bot.*, II, p. 334.

Flores polygami. Bracteæ calycinæ 2. Calyx 4-sepalus. Petala 4, alba, æquilatera. Stamina in fl. masc. numerosissima, filamentis fere lin. longis complanatis, antheris linearibus filam. longioribus. Folia late obovata. Flores 2–3 terminales, magni (diametro circit. 3 poll.) fragrantissimi (Charact. ex descript. Gardner.).

Brésil, montagnes des Orgues, alt. 1500 m. (Gardner, n° 332).

Sect. IX. — CRIUVOPSIS (*vide supra*, p. 322).

Cette section est très peu distincte de la suivante, et nous l'y aurions probablement réunie, si nous n'avions tenu à faire ressortir les rapports qui l'unissent avec le *Rengifa* de Pœpp., qui n'en est presque qu'une nuance à étamines définies. D'ailleurs les deux espèces qui constituent jusqu'à présent ce petit groupe s'éloignent des *Criuva* proprement dits par leurs feuilles longuement pétiolées et non cunéiformes à la base, par leurs pétales assez épais, à peine plus longs que le calice, et toujours remarquablement opposés aux cinq pièces calicinales.

Peut-être le *Quapoya Pana-Panari*, Mart., *Nov. Gen.*, III, tab. 206, II (non Aubl.!), rentre-t-il dans les *Criuvopsis*, sinon parmi les *Criuva*. On peut supposer dans les deux cas que les pétales, représentés comme alternes avec les sépales, leur sont, en réalité, opposés, du moins en partie.

34. Clusia acuminata, Nob. — *Renggeria acuminata*, Seem., *Bot. of Herald Voy.*, 88. — Walp., *Ann.*, IV, 364.

Amérique centrale, baie du Cupica, Darien (Seemann).

Folia longiuscule petiolata, ovato-oblonga, cuspidata. Cymæ plurifloræ. Flores (fœm.) bracteolis 8-10 imbricatis involucrati. Bracteolæ inferiores parvæ, ovato-orbiculatæ, cæteris sensim majoribus, orbiculatis. Petala ovato-oblonga, sepalis paulo longiora; iisdem plane opposita. Staminodia 5, petalis opposita, pistillo paulo breviora. Filamenta basi in annulum connexa, inferne triangulari-dilatata, superne sensim attenuata : antheræ (effœtæ) quadrato-ellipticæ, loculis 2 linearibus connectivum latiusculum marginantibus, leviter introrsis, rima longitudinali dehiscentibus. Ovarium acute pentagonum, 5-sulcum, stigmatibus 5 peltatis, crassis, ovato-triangularibus, radiantibus, in umbonem approximatis coronatum, 5-loculare, loculis pluribus angulo interno affixis patenti-adscendentibus.

35. Clusia amazonica, Nob. — Scandens (?), foliis longiuscule petiolatis oblongis acuminatis, cymis terminalibus brachiatis multifloris, floribus parvis breviter pedicellatis, bracteis calycinis apud fl. masc. 2, apud fl. fœm. 8-9, sepalis 5 scariosis orbiculatis, petalis 5 calyce paulo longioribus anguste oblongis crassiusculis sepalis plane oppositis, staminibus (fl. masc.) pluribus in acervum congestis liberis receptaculo depresso undique insertis demum divergentibus, filamentis brevibus, antheris linearibus muticis, loculis 2 rima longitudinali dehiscentibus marginali-introrsis, staminodiis (fl. fœm.) 5 basi dilatata inter se connexis, anthera effœta, ovario 5-loculari ad axim pluri-ovulato.

Région de l'Amazone, rio Uaupes près de Panure (Spruce, n° 2878).

SECT. X. — CRIUVA (*vide supra*, p. 323).

36. CLUSIA CRIUVA, Cambess. in Aug. de Saint-Hil., *Fl. Bras. merid.*, I, 317, tab. 65 (Icone quoad seminis structuram erronea).

Brésil, Carascos de la *Serra-Negra*, dans la partie sud de la province de Minas-Geraes, et les bords du fleuve *Tarere*, dans la province de Saint-Paul (Aug. de Saint-Hil. et Gaudichaud, n° 998); Minas-Geraes (Claussen, n° 236, in herbb. Mus. Par. et Deless. forma foliis crassioribus).

Folia cuneato-obovata, basi acuta, petiolo brevi continua, chartacea, nervis lateralibus obliquis prominulis. Bracteæ calycinæ 2. Sepala 4. Petala 5. Staminum connectivum in appendicem ampliusculam productum. Staminodia apice truncata, vel cuspidata. Capsulæ valvæ coriaceæ (non lignosæ), endocarpio lævi a mesocarpio non secedente. Semina in loculo quolibet 4-5 (1-2 abortivis quandoque adjectis), directione parum varia, inferius sæpe semi-adscendens, nunc tamen semi-descendens, intermedia subhorizontalia v. semi-adscendentia v. semipendula, superius v. subhorizontale v. leviter dependens. Raphe semper introrsa. Embryo affinium, nempe tigella (radicula) maxima, cotyledonibus minutis.

37. CLUSIA SELLOWIANA, Schlecht. in Linn., VIII, 183. — *C. ganabarica*, Casaretto, *Nov. stirp. Bras.*, decad. 6, n° 63; Walp., *Repert.*, V, 144.

Clusia Ildefonsiana, Ach. Rich. mss.; pro parte, nempe quoad specimina florifera.

Clusia? micrantha, Choisy mss. in herb. DC.

Clusia Gaudichaudii, Choisy in schedula speciminis Gaudichaudiani in herb. DC.; non Choisy in herb. Mus. Par., nec Cambessedes.

Brésil, Rio-de-Janeiro (Sellow, Casaretto, in herb. DC., Gaudichaud, n° 780 in herb. Mus. Paris.).

Nous ne sommes pas du tout persuadés que cette espèce soit

bien distincte du *Clusia Criuva*, Camb. Les caractères de la fleur, et particulièrement des étamines, n'ont pu nous fournir aucun critérium certain de séparation spécifique. Au premier coup d'œil, on croit pouvoir fonder cette différence sur les feuilles, qui, chez les exemplaires authentiques du *Clusia Criuva*, sont toutes aiguës à la base et continues à leur pétiole, tandis que dans la plupart des cas, chez le *Clusia Sellowiana* (particulièrement dans l'exemplaire n° 780 de Gaudichaud, et dans la plante florifère nommée par Ach. Richard *Clusia Ildefonsiana*), elles présentent une base cunéiforme, mais brusquement contractée et plus ou moins obtuse, ou même subémarginée à son point d'attache avec le pétiole. Mais ce caractère n'est pas constant ; il manque (d'après la description de Schlechtendal) dans le prototype même du *Clusia Sellowiana ;* il n'existe pas non plus dans l'exemplaire authentique du *Clusia ganabarica* de Casaretto. Restent des différences de grandeur des feuilles, ces organes étant généralement plus développés chez la plante de Rio-de-Janeiro ; mais les limites sont trop vagues entre 2 pouces et 6 pour donner une base solide de distinction.

Nous ne conservons donc ici le *Clusia Sellowiana* que d'une manière provisoire, et pour attirer sur cette espèce douteuse l'attention des futurs observateurs.

M. de Schlechtendal donne à cette espèce 5 sépales, 5 pétales et 4 staminodes. Mais, d'après la description même, il est facile d'interpréter cette structure de la manière suivante : 2 bractées calicinales, 4 sépales, 4 staminodes. Il est positif, du reste, que certaines fleurs sont pentamères, quant à la corolle, aux staminodes et même aux sépales : en effet, un ovaire noué de l'exemplaire n° 780 de Gaudichaud nous présente 5 stigmates, 5 staminodes et les débris de 5 folioles calicinales.

38. Clusia Cambessedii, Nob. — *Clusia Gaudichaudii*, Cambess., *l. c.*, p. 317, non Choisy. — ? *Clusia Criuva*, Schlecht. in Linn., VIII, 182 (quoad stirpem insulæ Ste Catharinæ et formam Sellowianam angustifoliam).

Brésil, Rio-de-Janeiro (Aug. de Saint-Hil.) ; Minas-Geraes

(Claussen, n° 235, sub *Marialvœa*) ; île Sainte-Catherine (Pohl, n° 3542 in herb. Buchinger).

Species ob fl. fœm. ignotos, in sectione subdubia, tamen habitu et structura fl. masc. huc spectans. Calyx 4-5-phyllus. Stamina numerosa, centro floris in acervum congesta, receptaculo brevissimo discoideo insidentia. Filamenta brevia, complanata, crassa, apud stamina interiora paulo longiora, in connectivum eis continuum linearem abeuntia. Antheræ lineares, submuticæ, loculis dorso connectivi adnatis laterali-extrorsis rima longitudinali dehiscentibus, *connectivo vix ultra loculos in apiculum interdum obsoletum producto*. In centro acervi staminum floris examinati corpusculi 4 aderant, minuti, papilliformes, forsan pistilli rudimentum nisi staminodia abortiva sistentes.

La structure des anthères, dont le connectif se prolonge à peine en pointe au delà des loges pollinifères, distingue au premier abord notre *Clusia Cambessedii* du *Clusia Criuva*, avec lequel on le confond parfois dans les herbiers.

SECT. XI. — ANANDROGYNE (*vide supra*, p. 323).

39. CLUSIA MULTIFLORA, HBK., *Nov. gen. et sp.*, V, 200.

Nouvelle-Grenade, andes du Quindiu, alt. 1364 mètres (Humb. et Bonpl.).

Calyx (fl. fœm.) ebracteatus, 4-phyllus, foliis decussatis. Petala 5, æstivatione imbricata. Staminodia 10 v. minus (?) dentiformia, triangularia, minuta, sæpius geminata basique una geminatim concreta cum carpellis alternantia. Ovarium ovato-oblongum, apice breviter 5-lobum stigmatibus suborbicularibus sub apice loborum extus affixis. Ovula in loculo quovis pauca (4-5) subhorizontalia tamen leviter horizontali-descendentia.

40. CLUSIA ALATA, Nob. — Arbor erecta non pseudo-parasitica, ramis tetragono-alatis, foliis sessilibus cuneato-obovatis obtusissimis inferioribus oblongo-ellipticis in petiolum brevem alatum contrac-

tis, margine tenui non reflexo, integerrimis, nervo medio valido, lateralibus crebris obliquis subtus prominentibus, floribus in cyma spiciformi pedunculata paucis (sæpius 5) sessilibus (raro uno v. altero in axilla folii solitario), calyce 2-bracteato 4-phyllo, petalis... staminodiis 8-10 minutis dentiformibus cum loculis ovarii totidem alternantibus, stigmatibus triangulari oblongis radiantibus.

Nouvelle-Grenade, entre Quetame et Susumuco, alt. 1000-1400 mètres (Triana).

Vulgo : *Gaqué* ou *Cape-cape.*

Folia inferiora ampla, circit. 3 decim. longa, 15 centim. lata, petiolo crasso subtus carinato margine ala crispa folii laminæ continua aucto. Pedunculus communis ancipiti-alatus. Bracteæ ad basim florum inferiorum ovatæ, circiter 3 centim. longæ, cæteræ multo minores. Sepala externa circiter 1 centim. longa, ovato-orbiculata. Flos terminalis ebracteatus.

41. Clusia sphærocarpa, Nob. — Ramis di-trichotomis epidermide grisea vestitis, foliis elliptico-oblongis (longitud. 5-7 centim.) apice rotundatis basi in petiolum marginatum angustatis chartaceis nervis secundariis obliquis nervo marginali connexis, pedunculis terminalibus brevibus trifloris fructiferis plus minus curvatis, floribus subsessilibus, bracteis calycinis 2, sepalis 4 late orbiculatis, staminodiis circiter 12 geminatis triangularibus dentiformibus, capsula baccata cerasi mediocris mole, sphærica, stylis 6 brevibus contiguis stigmatibusque totidem radiatis coronata, 6 locularis, loculis 2-ovulatis abortu monospermis, ovulis seminibusque pendulis.

Pérou (Pavon in herb. Boissier).

C'est peut-être à cette espèce que s'applique en réalité le nom de *Dillenia rotundicapsula* Pav., qui se trouve affixé, par transposition sans doute, à un exemplaire de *Clusia rubescens*. Les deux plantes sont tout à fait distinctes, tant par les feuilles que par la forme, l'apparence et surtout la structure interne des fruits. En effet, les loges du *Clusia rubescens* sont polyspermes, et celles du *Clusia sphærocarpa* monospermes par avortement de l'un des deux ovules. Ces ovules, du reste, aussi bien que les graines

qui leur succèdent, présentent l'arillode qui caractérise en partie les *Clusia*, et sont par là nettement séparés des ovules et graines non arillodées ni arillées des *Tovomita*.

42. Clusia elliptica, HBK., *Nov. gen. et sp.*, V, 199.

Dillenia rubescens, Pav. mss. in herb. Boiss.

Rami crebri, foliosi epidermide brunnea vestiti. Folia obovato-elliptica, haud magna, 5-8 centim. longa, apice rotundata, basi in petiolum brevem marginato-alatum siccitate crispum contracta, margine tenui revoluta, rigide chartacea, nervis lateralibus patentibus prominulis. Pedunculi terminales, triflori, fructiferi arcuato-reflexi. Fructus brevissime pedicellatus, calyce ebracteato 4-phyllo stipatus, subglobosus, 6-locularis, 6-sulcus, in stylos 6 rostriformes valde discretos productus. Semina in loculo quolibet 5-6 imbricato-pendula, staminodiorum sterilium vestigiis sub fructu vix ullis.

Andes de Loxa, alt. 2065 mètres (Humb. et Bonpl.). — Pérou, Pillao (Pav. in herbb. Boiss. et Mus. Par.).

Les exemplaires de l'herbier de Pavon répondent par leur aspect, par la consistance et la grandeur de leurs feuilles, à ceux de Bonpland, conservés au Muséum de Paris sous le nom de *Clusia elliptica*. Mais les fruits peu développés de ce dernier sont munis de longs styles rapprochés entre eux, tandis que les échantillons de Pavon portent des fruits presque arrivés à maturité, et surmontés de styles cornus parfaitement libres. Chez tous deux, les inflorescences sont très courtes ; mais elles paraissent légèrement réfléchies dans la plante de Pavon.

43. Clusia Pavonii, Nob. (*Dillenia magnicapsula*, Pav. mss.). — Ramis crassis di-trichotome divisis, foliis orbiculato-obovatis apice rotundatis basi in petiolum brevem amplexicaulem marginato-alatum abrupte contractis coriaceis, nervo medio valido, lateralibus parallelis patentibus, cymis terminalibus crasse pedunculatis trifloris, floribus sessilibus, sepalis 4 decussatis, petalis 5 calyce longioribus, staminibus indefinitis in acervum conjectis subliberis(?),

antheris linearibus muticis, staminodiis circiter 12 dentiformibus geminatis v. ternatis v. solitariis, ovario late ovato in rostra 6 crassa apice stigmate orbiculato coronata producto, fructu (immaturo) ovoideo-subgloboso 6-sulco 6-rostrato, loculis polyspermis (?)

Pérou (Pavon in herb. Boissier.)

Évidemment du même groupe que l'espèce précédente, dont elle se distingue aisément par ses feuilles plus coriaces, plus larges (parfois presque orbiculaires), par ses pédoncules longs et droits, ses pédicelles nuls, ses fleurs plus grandes, ses styles plus gros et continus aux lobes de la capsule. Nous aurions adopté volontiers le nom spécifique proposé par Pavon, si ce mot *grandicapsula* avait pu s'appliquer à une plante dont le fruit, presque à maturité, n'atteint pas le volume d'une petite noix.

C'est probablement à côté de cette espèce que se placera, lorsque ses fleurs seront connues, un *Clusia* nommé par Pavon (herb. Boissier) *Dillenia magnifolia*. D'après cet auteur, cette plante porte dans le Pérou, sa patrie, le nom vulgaire de *Conutayoo de Iccatunam*. Nous n'en connaissons que deux feuilles détachées dont la plus grande a 37 centimètres de longueur sur 24 de largeur. Leur forme est obovale; elles sont contractées en un pétiole ailé très court et très large, arrondies au sommet, à bord entier et légèrement réfléchi, de consistance coriace, à nervure médiane très proéminente en dessous, à nervures secondaires nombreuses, parallèles avec des veinules transversales.

44. Clusia thurifera, Nob. (*Dillenia thurifera*, Pavon, mss.) — Ramis crassis apice præsertim foliosis, foliis amplis (12-25 cent. longis) cuneato-oblongis basi in petiolum marginato-alatum amplexicaulem sensim attenuatis apice rotundatis margine tenui integris chartaceo-coriaceis, cymis (fœm.) terminalibus 3 v. pauciflosis contractis bracteatis, fructibus sessilibus calyce 4-phyllo stipatis, staminodiis dentiformibus 7-8, capsula subglobosa 7-8-sulca apice in rostra totidem brevia abeuntia, 7-8-loculari, seminibus in loculo singulo pluribus (6 et ultra), imbricato-*adscendentibus* obscure biseriatis.

Vulgo : *Arbol del incienso.*

Cet arbre, ainsi que l'indique son nom vulgaire, est un de ceux qui portent dans les colonies espagnoles de l'Amérique le nom d'*arbre de l'encens*. Il doit produire en effet une exsudation résineuse qui brûle avec une odeur aromatique. Un produit analogue a été signalé chez des *Clusia* de la même section, et en particulier chez le *Clusia multiflora* du Quindiu.

Au point de vue de l'organisation, il importe de signaler chez l'espèce la direction ascendante des graines, par contraste avec la direction descendante des mêmes organes chez le *Clusia rubescens*.

45. Clusia latipes, Nob. — Foliis obovato v. elliptico-oblongis brevissime et abrupte acuminatis v. apiculatis basi sæpe cuneata in petiolum brevem latissimum alatum contractis coriaceis margine integro revolutis nervis lateralibus crebris parallelis utrinque prominulis, cyma terminali pluriflora pluries trichotoma, floribus (femin.) parvis subsessilibus bibracteatis, calyce 4-phyllo, corolla... staminodiis 5 anantheris subulatis, ovario ovoideo-oblongo apice 5-rostro, rostris (stylis) apice stigmate ovato-orbiculato coronatis, ovulis in loculo singulo paucis adscendentibus.

Nouvelle-Grenade, prov. du Choco, alt. 150 mètres (Triana).

Bracteæ parvæ, non coloratæ. Ovula in ovario accreto arillodio sacciformi amplo laxe involuta, arillodiis collateralibus 2-3 sæpe in unum connexis.

46. Clusia pentarhyncha, Nob.—Frutex erectus non pseudo-parasiticus, foliis oblongo-lanceolatis acuminatis acutis basi acuta in petiolum angustum attenuatis rigide papyraceis subtus corpusculis nigris conspersis, nervis secundariis subtus præsertim pulchre prominentibus parallelis, venis reticulatis, cyma spiciformi terminali pauciflora, floribus parvis, bracteis aurantiaco-rubescentibus, calycis 5-phylli foliolis oblongis æque ac bracteæ coloratis, petalis... staminodiis 5 triangulari-subulatis anantheris in annulum confluentibus, ovario 5-loculari 5-rostro, rostris (stylis) conico-cylindraceis stigmate oblongo pulviniformi terminatis, ovulis in loculo singulo paucis (3-5) biseriatis adscendentibus.

Nouvelle-Grenade, prov. du Choco, alt. 1000 mètres, dans les bois (Triana).

Plante très remarquable, surtout par ses nervures latérales relevées en lignes parallèles, par les corpuscules noirâtres dont la face inférieure de ces mêmes feuilles est parsemée, et, par ses bractées et calices vivement colorés. Les ovules adscendants rappellent ceux de l'espèce précédente.

47. Clusia pseudo-Havetia, Nob.—Ramis rubescentibus, epidermide in pelliculas minutas transverse fissa, foliis late obovato-oblongis (12-18 centim. longis, 6-8 centim. latis) basi in petiolum brevem latum cuneato-attenuatis apice rotundatis margine tenuiter revolutis coriaceis nervis secundariis parallelis patentibus, cymis fœmineis terminalibus pedunculatis multi- et confertifloris trichotome divisis, floribus subsessilibus bracteis calycinis 2, sepalis 4, staminodiis 4 triangularibus v. uno hinc inde subulato plane anantheris capsulis ovoideis stylis 5 brevibus approximatis stigmatibusque totidem coronatis 2-3 centim. longis 5-locularibus, loculis biovulatis abortu monospermis.

Pérou (Pav. in herb. Boissier).

Les staminodes triangulaires, dentiformes, au lieu de former une cupule, les ovules anatropes, les graines pourvues d'arillode et non d'arille, voilà des caractères qui, même en l'absence des fleurs mâles, suffisent pour distinguer cette plante du *Havetia*. D'ailleurs l'analogie avec le *Clusia Ducu* dont on connaît les fleurs mâles semble justifier l'admission parmi les *Clusia*, de ce type à loges monospermes et peut-être parfois uniovulées.

48. Clusia Ducu, Benth., *Pl. Hartw.*, p. 126. — Walp., *Ann.*, 1, 128.

Equateur, Andes de Loxa (Hartweg, n. 718). — Pérou.
β. *Schlimiana*, Pl. et Lind. mss.— Foliis basi longius attenuatis.

Nouvelle-Grenade, prov. d'Ocaña, alt. 1625 mètres (Schlim, n° 34).

Calyx 4-phyllus. Petala 4. Filamenta staminum basi in androphorum connexa.

Des exemplaires mâles et femelles de cette espèce, en tout semblables au type recueilli par M. Hartweg, existent dans l'herbier de M. Boissier, avec l'étiquette suivante de Pavon : *Clusia del Perú, de Pillao y Chincao*, F. P., p. 261, c. l. (ces dernières abréviations signifiant probablement, *Flora peruviana*, p. 261, *con lamina*, c'est-à-dire avec planche). Voici quelques indications sur les caractères de cette plante péruvienne.

Folia obovata in petiolum attenuata, apice rotundata, raro et casu retusa. Cymæ masc. et fem. terminales, pedunculatæ, trichotomæ, multifloræ. Flores parvi. Bracteæ calycinæ 2, triangulari-ovatæ. Sepala 4, membranacea, margine pellucida. Petala 5, spathulato-oblonga, in unguem longiusculum latumque angustata, extimo latiore. Stamina indefinita, sublibera, basi una tantum varie leviterque connexa, papillis 3-4 parvis (pistilli rudimentis?) centro floris occultatis. Fl. fœm. Calyx corolla maris. Staminodia 6-8, dentiformia, triangularia, plano anantbera, singula v. geminatim cum ovarii loculis alterna. Ovarium ovoideo-oblongum, lageniforme, in stylos 4 rectos approximatos, basi confluentes sensim productum. Stigmata suborbiculata stylorum apices vestientia. Loculi 4 parvi. Ovula 2, angulo interno loculorum collateraliter appensa, anatropa, hilo tamen a micropyle sat remoto, arillodio sacciformi involuta; *semina* (matura non visa) in loculo quovis *plerumque solitaria*, raro gemina.

Nous avons souligné dans la description le caractère des graines presque toujours solitaires dans chaque loge, par avortement de l'un des ovules. Ce fait de structure, assez exceptionnel chez le *Clusia*, se retrouve dans les *Clusia sphærocarpa* et *pseudo-Havetia*. Il prouve qu'on doit ajouter peu d'importance au nombre des graines chez les Clusiées.

Species ob fl. fem. ignotos in sectione subdubiæ.

49. Clusia? havetioides, Nob. (*Tovomita havetioides*, Griseb., *of Brit. West. Ind. isl.*, I, 106.)

Jamaica, Wilson in herb, Hook. ex Griseb. — Purdie in herb. Hook et ex herb. Hook in herb. Planch.

La similitude remarquable du port et des caractères (au moins des fleurs mâles) nous engage à rapprocher cette plante du *Clusia Ducu*. Elle ne saurait, ni par le calice, ni par l'androcée, appartenir aux *Tovomita*. Le nombre des sépales varie de 3 à 4; celui des pétales est de 5. Les anthères sont un peu plus courtes que celles du *Clusia Ducu;* mais elles s'accordent avec ces dernières par leur structure générale, étant formées de deux loges latérales à peu près parallèles entre elles et bordant un connectif étroit. La connaissance des fleurs femelles fixera la place définitive de ce type.

50. Clusia popayanensis, Nob. — Arbor non pseudo-parasitica, foliis late elliptico-oblongis (circit. 10-15 centim. longis, petiolo 2-2 1/2 centim.) apice rotundatis basi in petiolum marginato-alatum contractis integerrimis coriaceis, nervo medio valido, lateralibus crebris tenuibus patentissimis exsiccatione utrinque prominulis, pagina superiore nitida inferiore opaca exsiccatione rubescentibus, cymis terminalibus multifloris confertiuscule repetito-dichotomis, ramis infloresc. compressis, floribus parvis subsessilibus, calyce 4-phyllo 4-bracteato, petalis 6, staminibus androphoro brevi in fasciculum centralem congestis, filamentis brevibus, antheris linearibus muticis connectivo angusto loculis marginalibus rima dehiscentibus.

Nouvelle-Grenade, prov. de Popayan, alt. 1500 mètres (Triana).

51. Clusia volubilis, HBK., *Nov. gen. et sp.*, V, p. 200.

Nouv.-Grenade, Quindiu (Humb. et Bonpl. — Goudot in herb. Mus. Paris. — Triana).

Fl. masc. Calyx tetraphyllus, foliolis decussatis. Petala 5, æstiva-

tione imbricata. Stamina indefinita in centro floris dense congesta : filamenta libera, antheræ lineares, filamentis 2-3-plo longiores, erectæ, loculis angustis connectivum lineare marginantibus rima longitudinali dehiscentibus.

52. Clusia cassinoides, Nob. — Ramis tetragono-teretibus, foliis oblongis (6-12 centim. longis) basi in petiolum non dilatatum contractis v. sensim attenuatis apice rotundatis v. leviter emarginatis rigide chartaceis interdum margine subrepandis, nervo medio valido subtus prominente, lateralibus tenuibus parallelis oblique patentibus utrinque prominulis venisque reticulatis, cymæ terminalis thyrsoideæ sessiles v. breviter pedunculatæ ramis inferioribus trifloris, alabastris (fl. masc.) subglobosis, calycis 4-phylli foliolis subrotundis concavis, petalis 5, staminibus crebris in acervum congestis receptaculo prominenti insertis, filamentis brevibus, antheris linearibus muticis bilocularibus, loculis rima longitudinali dehiscentibus, staminodiis (fl. fœm.) dentiformibus (numero eorum non viso) anantheris, capsulæ cerasiformis 6-7-locularis valvis navicularibus, stylis brevibus obverse cuneato-conicis stigmate concavo coronatis, seminibus in loculo quovis pluribus (10-14) biseriatis horizontalibus v. horizontali-adscendentibus.

Pérou, Cochero (Payon in herb. Boissier).

Ici décrit d'après deux exemplaires mâles en bouton et un exemplaire en fruit. Ce dernier doit, à en juger par toutes les apparences, appartenir au même type spécifique que les exemplaires mâles. Nous n'avons pu y découvrir que des vestiges de staminodes persistants à la base des capsules. La forme de ces staminodes et les autres caractères placent l'espèce dans la section *Anandrogyne*.

53. Clusia Mangle, L. C. Rich. mss. — Foliis sessilibus amplexi caulibus late obovatis obtusis coriaceis paralleli-nervosis, racemo flor. masc. terminali paucifloro, floribus sessilibus, bracteis calycinis 2 ovatis, sepalis 4 biseriatis decussatis ovato-oblongis, petalis 5 calyce longioribus, staminibus pluribus infernè monadelphis,

antheris linearibus muticis et submuticis, loculis connectivum angustum marginantibus.

La Guadeloupe, sur la montagne volcanique de *la Soufrière* (L. C. Richard in herb. Franqueville).

D'après le nom de *Palétuvier de montagne* que porte à la Martinique le *Clusia venosa* de Jacquin (non L.), on pourrait croire que cette espèce est identique avec celle que nous décrivons ici. Mais la description de la plante de Jacquin ne justifierait en aucun point une telle détermination. L'espèce de la Guadeloupe est très remarquable par ses feuilles coriaces, sessiles, ses fleurs en grappe spiciforme, et bien que nous n'en connaissions pas le sexe mâle, ses caractères ne laissent guère de doute sur la place à lui assigner dans la section *Anandrogyne*.

54. Clusia pseudo-Mangle, Nob.—Foliis sessilibus amplexicaulibus late obovatis obtusis coriaceis parallele nervosis, racemo spiciformi paucifloro, floribus sessilibus solitariis v. ternis non magnis, bracteis calycinis 2 ovatis, sepalis 4 biseriatis ovato-orbiculatis, interno orbiculato-elliptico, petalis 5 calyce longioribus, staminibus pluribus subliberis, filamentis antheras brevioribus, antheris linearibus muticis et submuticis, loculis linearibus connectivum angustum marginantibus.

Mont Guayrapurima, Tarapoto, Pérou oriental (Spruce n° 4886).

Tout à fait semblable au *Clusia Mangle*. Il s'en distingue principalement par ses étamines presque entièrement libres, au lieu d'être assez longuement monadelphes; ou, si l'on veut s'exprimer plus exactement, parce que la partie staminifère du réceptacle y est de beaucoup plus courte que chez l'espèce de la Guadeloupe.

Species non satis notæ.

55. Clusia rupicola, Casaretto, *Nov. Stirp. Brasil. decad.*, 61, n° 64. — Walp., *Repert.*, V, 744.

Montagne des Orgues, près de Rio-Janeiro (Casaretto).

D'après la localité de cette espèce, ainsi que d'après la des-

cription très incomplète qu'en a donnée son auteur, on pourrait la soupçonner d'être identique avec le *Clusia fragrans*, Gardn. Seulement Gardner attribue à sa plante quatre pétales; Casaretto en signale six chez son *Clusia rupicola*.

56. Clusia Ildefonsiana, Ach. Rich. mss (herb. Franqueville), pro parte, nempe quoad fructum et exclus. specim. floriferis *Clusia* sp. Weddell Icon. inedit, n° 1830.

C. frutex erectus, a basi, ramosus ramis paucis inferne denudatis, ramulis apice parce foliosis, foliis brevissime petiolatis cuneato-obovatis obtusissimis coriaceis glaucis, floribus....., capsulis ad apicem ramulorum solitariis v. ternis breviter pedunculatis fusiformi-oblongis leviter pentagonis, valvis 5 basi longiuscule attenuatis dorso coronatis, sub apice stigmate subsessili triangulari-ovato appendiculatis, endocarpio crustaceo crasso nitido, seminibus in loculo quovis 8–10 biseriatis imbricato-pendulis oblongis arillodio aurantiaco involutis.

Brésil, Rio de Janeiro (Ildefonso Gomez, in herb. A. Rich. nunc de Franquev.). — Restinga de Copa Cabana, environs de Rio-Janeiro (Weddell).

Nous ne connaissons cette remarquable espèce que par un dessin inédit qu'a bien voulu nous communiquer M. Weddell, et par les fruits qu'Achille Richard avait rapportés par mégarde à des exemplaires florifères de *Clusia Sellowiana*. Ces fruits, dont nous avons décrit les principaux caractères, ont environ 5 centim. de long, sur un diamètre plus de deux fois moindre. Ils se distinguent de tous les fruits de *Clusia* à nous connus par la consistance tout à fait crustacée de leur endocarpe, dont chaque valve, séparée des cloisons membraneuses qui l'unissent à la columelle, se présente comme une espèce de barque allongée, légèrement arquée, aiguë et ouverte à sa partie supérieure ou stigmatifère, creusée en forme de nid de pigeon à sa partie basilaire, et marquée à sa face interne de légères dépressions produites par la saillie des graines. Cette face interne elle-même, vue sous la loupe, présente des stries transversales flexueuses, excessivement fines, mais sans

traces des profondes rides transversales qui se remarquent sur l'endocarpe crustacé du *Quapoya pana-panari* d'Aublet. Nous n'avons pu retrouver à la base de ces capsules aucun vestige des staminodes, ni des pièces florales.

Les notes de M. Weddell signalent le *Clusia* dont il est ici question, comme l'une des plantes caractéristiques de la végétation du *Restinga de Copa Cabana*, près de Rio-Janeiro (voy. sur cette végétation singulière des *Restinga* Weddell, *Ann. des sc. nat.*, sér. 3, t. XIII, p. 43). Le *Clusia Ildefonsiana* y forme un arbuste haut d'un mètre au plus, à branches dénudées, à rameaux terminés par un petit nombre de feuilles épaisses et glauques qui s'étalent souvent dans un plan presque horizontal.

Autant qu'on peut en juger d'après le fruit, le *Clusia Ildefonsiana* se rapprocherait plus du *Clusia alba*, L., que de tout autre type du genre. Mais la connaissance de ses fleurs est absolument nécessaire pour lui assigner une place dans le genre si polymorphe des *Clusia*. Il ne serait pas impossible que ce fût l'individu femelle du *Clusia fragrans*, Gardner, ou du *Clusia rupicola*, Casaretto.

57. Clusia subsessilis, Benth., *Bot. of Sulph.*, p. 72.

Colombie, Atacamas (Dr Sinclair).

M Bentham dit avoir cherché vainement chez les fleurs femelles de cette espèce les traces des étamines. Il est possible que les staminodes manquent en effet complétement, ou qu'ils soient réduits à des dimensions assez petites pour échapper aisément à l'observation.

Nous sommes tentés de rapporter à ce *Clusia subsessilis* un exemplaire imparfait de l'herbier de Pavon (in herb. Boissier), qui porte l'étiquette suivante : « *Clusia vernacule Mangle*, F. H., n° 405 L. 633, 1803, Fl. Huayaquil, herb. Pav. » Le fruit unique de l'exemplaire en question, long d'environ 5 centimètres (peut-être avant sa maturité complète), est à peu près de forme oblongue, et présente sept valves, portant chacune un stigmate terminal, triangulaire, à surface légèrement concave. Les graines, nombreuses, sont horizontales ou légèrement ascendantes. Les

restes d'un calice à quatre (?) pièces sont réfléchis à la base du fruit. On distingue vaguement des traces de staminodes larges, triangulaires-arrondis, charnus, dépourvus de toute anthère. Les feuilles cunéiformes-obovales présentent des nervures obliques et parallèles.

58. Clusia nutans, Nob.— Glaberrima, ramis alato-tetragonis, foliis sessilibus cuneato-obovatis obtusissimis margine integro tenui leviter reflexis coriaceis, nervo medio valido, lateralibus crebris parallelis obliquis venisque prominentibus, cymis terminalibus repetito-trichotomis, ob pedunculum basi subrefractum nutantibus, floribus (femin.) breviter pedicellatis pro genere parvis, calycis bibracteati 4-phylli foliolis 4 orbiculatis, petalis 5-6 orbiculatis concavis caducis, disco cupuliformi lato integro ovarium amplectente, ovario subgloboso stigmatibus circiter 12 radiatis coronato, loculis pluriovulatis, ovulis subhorizontaliter dispositis.

Nouvelle-Grenade, prov. de Barbacoas, alt. 150 m. (Triana).

Folia circiter 10–12 centim. longa. Bracteæ ad basim ramorum inflorescentiæ parvæ triangulari-ovatæ complicatæ dorso carinatæ. Calycis foliola 4 decussata late imbricata, internorum duorum altero majore latiusque membranaceo. Petala 5-6. Discus cupuliformis ovarii basim cingens, materia resinosa repletus. Ovarium depresse globosum circiter 12-loculare. Ovula plurima loculorum angulo interno affixa, obscure biseriata, horizontalia, anatropa, tegumento externo membranaceo, exostomio in arillodium cupuliforme reflexum margine erosum expanso.

L'absence de fleurs mâles sur nos exemplaires de cette plante en laisse les affinités douteuses. Il est possible qu'elle rentre parmi les *Retinostemon*.

59. Clusia petiolaris, Nob. — Arbor erecta non parasitica glaberrima nitida, foliis late obovato-oblongis (12-18 centim. longis, 5-8 centim. latis) sæpius obtusis basi in petiolum longum (3-4 centim.) attenuatis margine tenui leviter revoluto integris v. obsolete repandis rigide chartaceis, nervo medio subtus prominente, venis crebris tenuibus exsiccatione magis supra quam infra

prominulis, cymis (fl. femin.) terminalibus plerumque trifloris nutantibus pedunculatis, pedunculo pedicellisque subpollicaribus, calycis bibracteati 4-phylli foliolis biseriatis decussatis subæqualibus membranaceis, petalis 5 subrotundis concavis basi in unguem latum brevem contractis carnosulis roseo-albis, staminodiis in cupulam coriaceam ovarium laxe cingentem connatis, stigmatibus 5 subrotundis peltatis.

Nouvelle-Grenade, entre Susumuco et Villavicencio, dans les andes de Bogota, alt. 400-1000 m. (Triana).

Les feuilles de cette espèce sont remarquables, sur le sec du moins, par des lignes de couleur brune, qui, légèrement sinueuses et de loin en loin ramifiées, s'avancent la plupart de la nervure médiane jusque vers le bord du limbe, en croisant obliquement les nervures secondaires, sans se confondre d'ailleurs avec elles. On voit des lignes pareilles chez un très grand nombre de Guttifères ; mais elles sont très souvent plongées dans un parenchyme épais et opaque qui les dissimule à la vue, surtout pendant que la feuille est fraîche. Des fragments de quelques millimètres de ces cavités vasculiformes ne nous ont offert, chez le *Clusia petiolaris*, aucune trace de cloison.

S'il est permis d'en juger en l'absence des fleurs mâles, le *Clusia petiolaris* rentrera peut-être dans la section *Phlœanthera*.

60. Clusia radicans, Pavon (pro parte). — Pseudo-parasitica, radicibus aereis prædita, ramis tetragono-teretibus, foliis petiolatis lanceolato-ellipticis basi acutiusculis apice acuminatis acutis (6-8 centim. longis, 4-5 centim. latis) integris coriaceis, nervo medio prominente, lateralibus obliquis subtus præsertim prominulis, inflorescentiis..... floribus (masc.) parvis, bracteis calycinis 2 ovatis, sepalis 4 biseriatis orbiculatis, petalis 5, staminibus pluribus (30-40?) margine receptaculi in cupulam leviter expansi insertis obscure 2-3-seriatis, filamentis brevibus, antheris cuneato-linearibus muticis, loculis 2 connectivum latiusculum marginantibus laterali-introrsis rima longitudinali dehiscentibus.

Pérou, Chacahuassi (Pavon, ann. 1787, ex herb. Boissier).

Rami epidermide rubescenti-fusca vestiti, hinc inde radicibus aereis, gracilibus, simplicibus instructi. Alabastra masc. paullo ante anthesim Piso majora, subglobosa. Pistilli rudimentum nullum.

Voisin des *Criuvopsis* par la structure des étamines, il en diffère par les sépales au nombre de quatre, au lieu de cinq. Il s'éloigne d'autre part des *Clusiastrum* par le nombre de ses pétales, cinq au lieu de quatre.

Sous le nom de *Clusia radicans* del Perta, Pavon a désigné une autre espèce très différente de celle-ci, espèce que nous nous abstenons de décrire, parce que les fruits et les fleurs femelles imparfaits qui y sont rapportés dans l'herbier Boissier sont complétement détachés des tiges feuillées, et pourraient ne pas leur appartenir.

61. Clusia leprata, Mart., *Nov. gen.*, III, 165.

Brésil septentrional (de Martius).

62. Clusia pseudo-China, Poepp. et Endl., *Nov. gen. et sp.*, III, p. 2.

Pérou (Poeppig).

63. Clusia bicolor, Mart., *l. c.*, p. 165.

Brésil septentrional (de Martius).

Ces trois espèces sont trop incomplétement décrites pour qu'on puisse rien préjuger quant à leurs caractères et à leurs affinités. On pourrait en dire autant des *Clusia alba*, *flava* et *rosea*, signalés par M. de Martius au Brésil, et qui doivent être différents des vrais types linnéens connus sous ces noms.

Species a genere *Clusia* exclusæ.

Clusia leucantha, Schlecht. in *Linn.*, VIII, p. 186.

Nous verrons plus loin que c'est un *Tovomita* et non un *Garcinia*, comme l'a cru Choisy, qui l'a rapporté avec doute au *Garcinia brasiliensis*, Mart.

Clusia sessilis, Forst., *Prodr.*, n° 391.

L'exemplaire authentique de Forster (in herb. Mus. Paris) est malheureusement dépourvu de fleurs. Ses feuilles semblent indiquer une Guttifère, mais douteuse quant à la section. En tout cas, la plante est bien différente du *Clusia sessilis*, Hook. et Arnott (in Botany of *Beechey's Voyage*) nón Forster. Ce dernier a été reconnu par le professeur Asa Gray comme une vraie Diosmée (*Palea clusiæfolia*, A. Gray, *Char. of some new gen. of pl. mostly of Polynesia*, p. 4, ann. 1853).

Clusia pedicellata, Forster, *l. c.*, n° 390.

Nouvelle-Calédonie (Forster).

Rapporté dubitativement par Choisy (in DC., *Prodr.*, 559) au *Clusia flava*, L. Il va sans dire que cette détermination est contraire à la vérité comme à toute raison d'analogie. L'exemplaire authentique de Forster que possède l'herbier du Muséum est privé de fleurs, et ne peut se rapporter aux Guttifères que d'après le *facies*. C'est plutôt une Garciniée qu'une Clusiée, ces dernières appartenant toutes à l'Amérique.

Clusia galactodendron, Desvaux, in *Ann. des sc. nat.*, 2e sér., t. XVIII, p. 313, tab. VIII, fig. 2.

Caryaca, Venezuela.

D'après la figure évidemment très imparfaite de la plante (un rameau stérile seulement), ce n'est probablement pas une Guttifère.

(*La suite à un prochain numéro.*)

DESCRIPTION

DE

TROIS ESPÈCES NOUVELLES DE CYPRÈS

CULTIVÉES DANS LE JARDIN BOTANIQUE DU MUSÉUM DE FLORENCE

Par M. PHIL. PARLATORE

I. — Cupressus globulifera, Parl.

Arborea; coma subpyramidali, effusa; ramis confertis, horizontalibus, inferioribus subpendulis, ramulis primariis valde elongatis pendulis, secundariis subdistichis compresso-tetragonis; foliis obscure virentibus, minutis, ovatis, obtusis, dorso convexis, arcte adpressis, quadrifariam imbricatis; strobilis ad basin ramulorum primariorum subsolitariis, pedunculo brevissimo squamoso erectis vel horizontalibus, exacte globosis; squamis 9-10, inæqualibus, dorso convexis, medio mucronatis, mucrone brevissimo obtusissimo; seminibus sublenticularibus, apice rotundatis, margine anguste alatis.

Patria ignota. Probabiliter ex Oriente allata; colitur in Horto botanico Musæi Florentini.

Arbor 35-40 pedes alta, coma subpyramidali, effusa. *Rami* a basi ad apicem conferti, inferiores subpendùli, reliqui horizontales; ramuli primarii valde elongati, penduli; ramuli secundarii compresso-tetragoni, uti folia obscure virentes. *Folia* minuta, arcte adpressa, quadrifariam imbricata, ovata, obtusa, dorso convexa et subcarinata, eglandulosa. *Strobili* plerumque solitarii ad basin ramulorum primariorum quandoque approximati, pedunculo brevissimo suffulti, erecti vel horizontales, exacte globosi, minores quam in *C. horizontali* et *pyramidali*, fere fructus Mespili communis magnitudine, cinereo-plumbei. Squamæ plerumque 10, dorso convexæ, in medio mucronatæ; mucrone in fructibus maturis persistente, brevissimo, obtusissimo.

A Cupresso horizontali et sphærocarpa habitu, ramulis primariis valde elongatis pendulis, foliis saturatius virentibus, strobilis subsolitariis, ab horizontali strobilis globosis et a sphærocarpa squamarum mucrone minus prominulo et obtusissimo præcipue differt.

II. — Cupressus sphærocarpa, Parl.

Arborea; coma subpyramidali, effusa, ramis horizontalibus ascendentibusque, inferioribus subpendulis, undique ramosis, ramulis primariis subpendulis, secundariis patulis, subtetragonis; foliis obscure virentibus, ovatis, obtusis, dorso carinatis, eglandulosis, arcte adpressis, quadrifariam imbricatis; strobilis ad apicem ramulorum primariorum glomeratis, pedunculo brevissimo squamoso subpendulis, globosis; squamis 11-12, subinæqualibus, dorso convexis, medio mucronatis, mucrone brevissimo, obtusiusculo; seminibus sublenticularibus, apice rotundatis, subemarginatis, submucronulatis, margine anguste alatis.

Colitur in Horto Bot. Musæi Florentini ubi nunc 70 pedes alta.

Ab affini Cupresso horizontali facile dignoscitur coma magis effusa, ramis numerosioribus, longioribus, ascendentibus, ramulis primariis subpendulis, strobilisque globulosis magisve etiam in maturitate mucronatis. Cupresso globuliferæ strobilorum forma et magnitudine proxima sed ab illa præsertim habitu, ramis ramulisque omnino diversa.

III. — Cupressus umbilicata, Parl.

Arborea; coma conica, stricta; ramis confertis, erecto-patentibus, ramulis patulis, tetragonis; foliis obscure virentibus, ovatis, obtusis, dorso convexis, arcte adpressis, quadrifariam imbricatis; strobilis ad apicem ramulorum primariorum subsolitariis, pedunculo brevissimo pendulis, subglobosis; squamis sub-10, subæqualibus, dorso umbilicatis, ibique in medio mucronatis, mucrone lato, obtusissimo, brevissimo; seminibus sublenticularibus, apice rotundatis, submarginatis, mucronatis, margine anguste alatis.

Patria ignota. Colitur in Horto Bot. Musæi Florentini, vulgo *dei Semplici*.

Arbor excelsa, subquadraginta pedalis, *Cupressi pyramidalis* facie; coma stricta, conica, acuta. *Rami* conferti, erecto-patentes. *Folia* arcte adpressa, quadrifariam imbricata, squamiformia, ovata, obtusa, dorso-convexa, eglandulosa. *Strobili* subsolitarii, penduli, subglobosi, paulo-minores quam in Cupresso globulifera, et viridi fuscescenti varii. Squamæ sub 10, subæquales vel duæ supremæ minores, latæ, suborbiculares, irregulariter angulatæ, inferiores ad basim umbilicato-sulcatæ, reliquæ profunde lateque umbilicatæ, ibique in medio mucronatæ, mucrone lato brevissimo obtusissimo. Squamæ dehiscentes exsiccato-lignosæ, subpatulæ, dorso minus umbilicatæ et cinereæ, antice castaneo-fuscæ. *Semina* ejusdem coloris, sublenticularia.

Species ab omnibus affinibus strobilorum forma, squamisque in medio umbilicatis omnino diversa.

Species novæ quas nunc describo, ad sectionem hujus generis sub Cupressorum macrocarparum nomine instruendam pertinentes; omnes probabiliter in Oriente indigenæ et cum Cupresso pyramidali aut horizontali hactenus confusæ. Alia Cupressorum sectio species microcarpas amplectitur ut Cupressus torulosam, lusitanicam, funebrem, Goveniahan aliasque præsertim americanas. Utræque sectiones habitu, foliorum strobilorumque characteribus facile distinguuntur.

DESCRIPTIO SPECIERUM NOVARUM,

AUCTORE

Th. de HELDREICH.

I. — Campanula Leukveinii, Heldr.

(Sect. Medium).

C. perennis, radice brevi crassa caules floriferos rosulasque foliorum steriles edente, tota pilis albis brevibus ad folia adpressis secus caules patulis in foliorum pagina inferiori ramulisque densissimis incano-pubescens, caulibus adscendentibus inferne parce foliosis a medio ramulos axillares subsecundos apice unifloros sur-

sum sensim abbreviatos gerentibus, foliis rosularibus ovato-oblongis obtusis irregulariter crenato-dentatis hinc inde breviter lobulatis undulatisve basi inæqualiter reniformi-cordatis in petiolum eis subbreviorem breviter attenuatis, caulinis ramulos floriferos superantibus late ovalibus, inferioribus in petiolum æquilongum breviter attenuatis, superioribus in petiolum brevem spathulato-decurrentibus, summis eximie trinerviis basi lata spathulato-semi-amplexicaulibus, floralibus ovato-oblongis oblongisve sessilibus calyci subæquilongo arcte approximatis, lobis calycinis late ovato-acuminatis trinerviis corolla plusquam dimidio brevioribus patulis in fructu elongatis squarrosis, appendicibus obtuse triangularibus lobis dimidio brevioribus, corollæ pallide cæruleæ amplo-campanulatæ extus secus nervos tantum setosæ ore parce ciliato-barbatæ lobis brevibus basi latissime triangularibus, stigmatibus 3 v. hinc inde 4-5 corolla quarta parte brevioribus, capsula triloculari hæmisphærica appendicibus valde inflato-auctis reticulato-nervosis occultata.

Habitat in Eubœa septentrionali ad rupes præruptas supra *Orobias* (Ὀροβιαι, Ροβιαὶς hod.) et prope *Agianako* ad montem *Kavallari*, alt. 500'-1500' circ. ubi æstate 1843 detexit cl. et am. Leukvein. Culta in villa Leukveinii prope *Kephissiam* Atticæ luxuriose viget abundanterque hoc anno floruit et fructificavit. Flor. Jun.-Aug.

Species insignis, habitu *C. tomentosam* et *C. pelviformem* simulans, distinctissima tamen foliorum forma et indumento, capsula triloculari aliisque notis. Caules pedales, folia rosularia cum petiolo 3-4 poll. longa, 2 poll. lata (petiolo 1-1/2-bipollicari); corolla sesquipollicem longa amplitudine corollæ *C. Medii*.

II. — CENTAUREA NIEDERI, Heldr.

(Sect. Chrolophus, DC.)

C. perennis multicaulis tota niveo-tomentosa, lana demum hinc inde arancoso-detersili, collo lana densa vestita, caulibus erectis adscendentibusve angulato-striatis foliosis a medio parce ramosis, ramis erecto-patulis monocephalis subcorymbosis, foliis radicali-

bus et caulinis inferioribus longe petiolatis pinnatipartitis, segmentis inæqualibus inter se remotis, aliisque minoribus intermixtis apicem folii versus plus minusve confluentibus, oblongis v. oblongo-lanceolatis obtusiusculis sæpius basi paucidentatis lobulatisve, terminali vix majori, foliis caulinis superioribus sessilibus basi utrinque 2-3-auriculato-lobatis pinnatipartitis segmentis paucis, summis capitulo valde approximatis oblongo-lanceolatis sæpe integris, involucri subglobosi squamis pallide virentibus striatis glabris v. parce subaraneosis in appendices productis coriaceo-membranaceas erecto-patulas squama longiores ovato-triangulares medio stramineo-flavicantes v. in nonnullis fusco-maculatas subdecurrentes pectinato-ciliatas, apice seta exili appendice æquilonga attenuato-aristatas, ciliis lateralibus albis divergenti-patentibus diametrum appendicis superantibus, squamis interioribus longioribus linearibus in appendices breves ovato-spathulatas scariosas plus minusve ciliato-laceras apice brevius aristatas abeuntibus, flosculis purpurascentibus marginalibus neutris radiantibus, achæniis junioribus pallidis adpresso puberulis, pappi candidi setarum serie exteriori achænio parum longiori, interiori et breviori.

Habitat in rupibus calcareis Ætoliæ regionis inferioris prope Misolongi (Μεσολόγγιον) ubi maio 1860 detexit et mihi amicissime communicavit cl. Dr. Nieder de historia naturali Ætoliæ Acarnaniæque bene meritus.

Species insignis, habitu et indumento *Centauream Musarum*, Boiss. et Orph. vel *C. Busambarensem* Guss. haud male referens, sed involucri appendicibus egregie pectinato-ciliatis aristatisque amplis eas *C. Balsamitæ* Lam., et *C. coronopifoliæ* Lam. simulantibus distinctissima et inter Chrolophi species affinitate dubia nulli mihi notæ proxima. Caules plerumque pedales rarius 9-pollicares v. sesquipedales 2-10-cephali, folia radicalia et caulina inferiora cum petiolo 6-8-pollicaria medium versus 1 1/2 pollices lata, capitula ea *C. Cinerariæ* Linn. æquantia, involucri squamæ mediæ cum appendice 5 lineas longæ, appendices cum ciliis explanatis 2 usque 2 1/2 lineas dimetientes squamas omnino occultantes, aristæ terminales acutissimæ in capitulis evolutis 1-1 1/2 lin. longæ, in florentibus sæpe tabescentes.

III. — MATTIA SCHMIDTII, Heldr.

M. perennis, cæspitosa, tota lanugine densa in pedunculis calycibusque longiori incano-tomentosa, caulibus pumilis a basi dense foliosis, foliis omnibus angustissime lineari-spathulatis acutis sursum sensim abbreviatis erectis, corymbo densifloro, pedunculis calycem æquantibus vel vix superantibus, calycis fere vel ad basin usque fissi laciniis anguste linearibus obtusiusculis, corollæ luteo-purpurascentis calyce vix duplo longioris lobis lineari-spathulatis rotundatis tubo fere dimidio brevioribus erectis, fornicibus proxime sub apice tubi insertis ovato-triangularibus obtusis glabris, antheris corollæ lobos subæquantibus, stylo longe exserto, nuculis.....

Habitat in rupestribus calcareis reg. superioris montis Dirphyis Eubœæ (m. Delphi hod.) alt. 3780 ped. supra mare, ubi floriferam legit cl. 20 Maii 1860 cl. et am. J.-F. Jul. Schmidt speculæ astronomicæ Athenarum præfectus, rerum naturæ studia indefessus indagator, eruditus et perspicax.

Species affinis *Mattiæ græcæ* Lh. DC. (*Binderæ græcæ* Boiss. et Heldr.) sed indumento lanuginoso (nec argenteo-sericeo) caule folioso foliis angustissimis (*Helichrysi Stœchadis* instar) optime ab ea distincta videtur, quanquam fructus adhuc ignoti sint. Caulis in specimine unico 4 pollicaris corymbo terminali multifloro (circ. 30). Folia inferiora 1-1 1/2-pollicaria, apicem versus semilineam lata. Corolla 4 lineas longa.

FIN DU TREIZIÈME VOLUME.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

ORGANOGRAPHIE, ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES.

Études mycologiques sur la fermentation, par M. Hermann Hoffmann. . 19
Recherches sur la matière colorante verte des feuilles, par M. E. Fremy. 45
Note sur l'origine et le mode de formation des canaux périspermiques dans la graine des Marantacées, par M. Arthur Gris. 96
Du développement de la fécule, et en particulier de sa résorption dans l'albumen des graines en germination, par M. Arthur Gris. . . . 106
Recherches sur la distribution des matières minérales fixes dans les divers organes des plantes, par M. L. Garreau. 145
De maculis in plantarum vasis cellulisque lignosis obviis, auctore Hermann Schacht 219
Sur la formation des zoospores chez quelques Champignons, premier mémoire, par M. A. de Bary. 236
De la vie sexuelle des plantes et de la parthénogénèse, par M. Karsten . 252
Observations sur la germination du *Miltonia spectabilis*, par M. Ed. Prillieux 288
Expériences sur les effets des gaz narcotiques et caustiques sur les plantes, par M. John S. Livingston. 297

MONOGRAPHIES ET DESCRIPTIONS DE PLANTES.

De quelques Sphéries fongicoles, à propos d'un mémoire de M. Antoine de Bary sur les *Nyctalis*, par M. L.-R. Tulasne 5
Revisio Selaginellarum hortensium, auctore A. Braun. 54
Index seminum in horto botanico archigymnasii Barcinonensis, auctore Ant. Cip. Costa. 103
Mémoire sur la famille des Guttifères, par MM. J.-E. Planchon et J. Triana 306
Description de trois espèces nouvelles de Cyprès cultivées dans le Jardin botanique du Musée de Florence, par M. Phil. Parlatore. . . . 377
Descriptio specierum novarum, par M. Th. de Heldreich. 379

FLORES ET GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

Primitiæ Floræ amurensis. Nova genera Cucurbitacearum, auctore Carol. Joh. Maximowicz. 95

TABLE DES MATIÈRES

PAR NOMS D'AUTEURS.

Bary (Ant. de). — Sur la formation des zoospores chez quelques Champignons. Premier mémoire. 236

Braun (Alex.). — Revisio Selaginellarum hortensium . . . 54

Costa (Ant. Cip.). — Index seminum in horto botanico archigymnasii Barcinonensis. . 103

Fremy (Edm.). — Recherches sur la matière colorante des feuilles. 45

Garreau (L.). — Recherches sur la distribution des matières minérales fixes dans les divers organes des plantes. . . . 145

Gris (Arthur). — Du développement de la fécule, et en particulier de sa résorption dans l'albumen des graines en germination. 106

Heldreich (Th. de). — Descriptio specierum novarum. . . 379

Hoffmann (Herm.). — Études mycologiques sur la fermentation. 19

Karsten (Herm.). — De la vie sexuelle des plantes et de la parthénogénèse. 252

Livingston (John). — Expériences sur les effets des gaz narcotiques et caustiques sur les plantes 297

Maximowicz (Car. Joh.). — Primitiæ Floræ amurensis. Nova genera Cucurbitacearum. . . 95

Parlatore (Phil.). — Description de trois espèces nouvelles de Cyprès cultivées dans le Jardin botanique du Musée de Florence. 377

Planchon J.-E.). — Mémoire sur la famille des Guttifères. 306

Prillieux (Edouard). — Observations sur la germination du *Miltonia spectabilis*. 288

Schacht (Herm.). — De maculis in plantarum vasis cellulisque lignosis obviis. . . . 219

Triana (José). — *Voy.* Planchon.

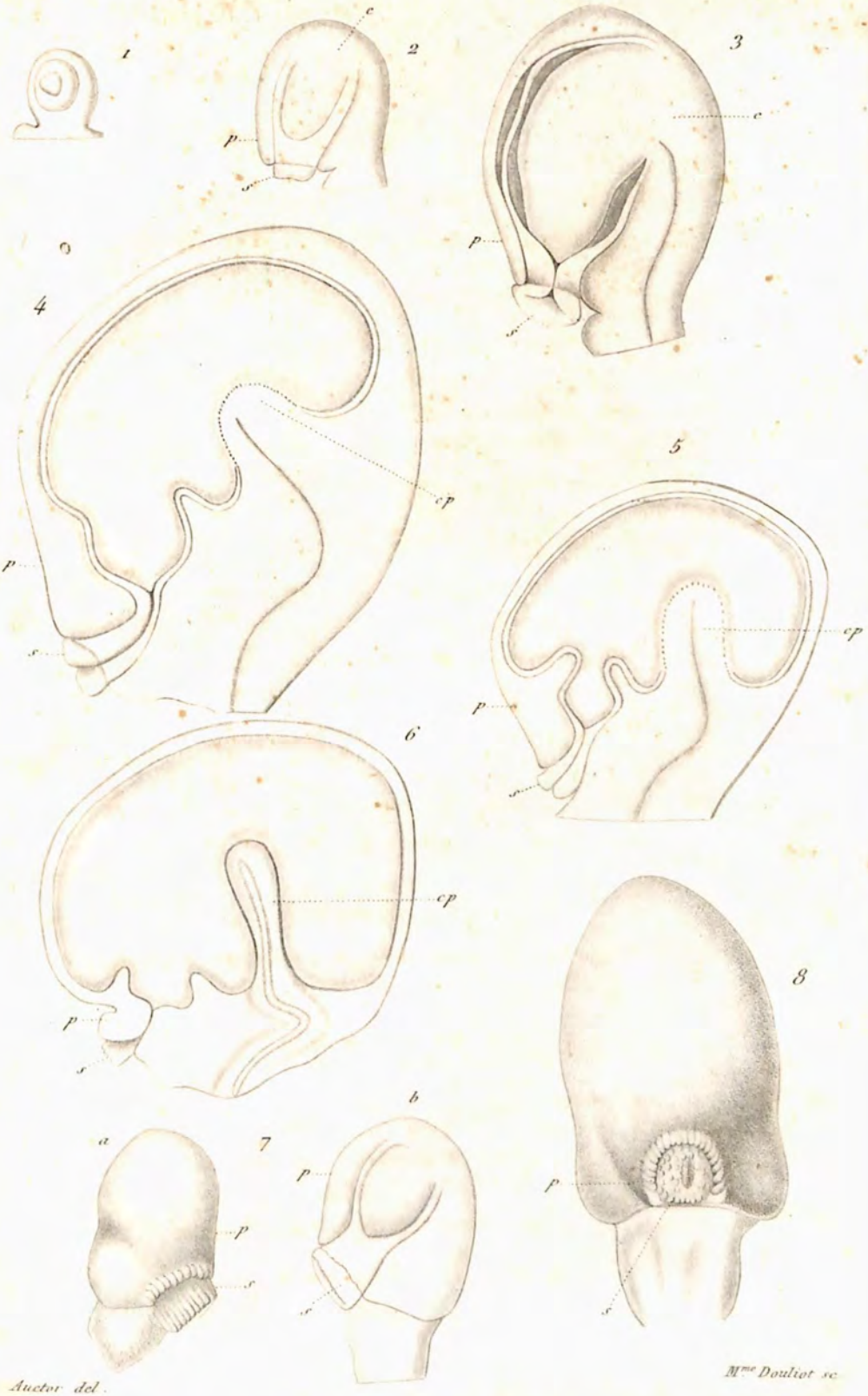
Tulasne (L.-R.). — De quelques Sphéries fongicoles, à propos d'un mémoire de M. Ant. de Bary. 5

TABLE DES PLANCHES

RELATIVES AUX MÉMOIRES CONTENUS DANS CE VOLUME.

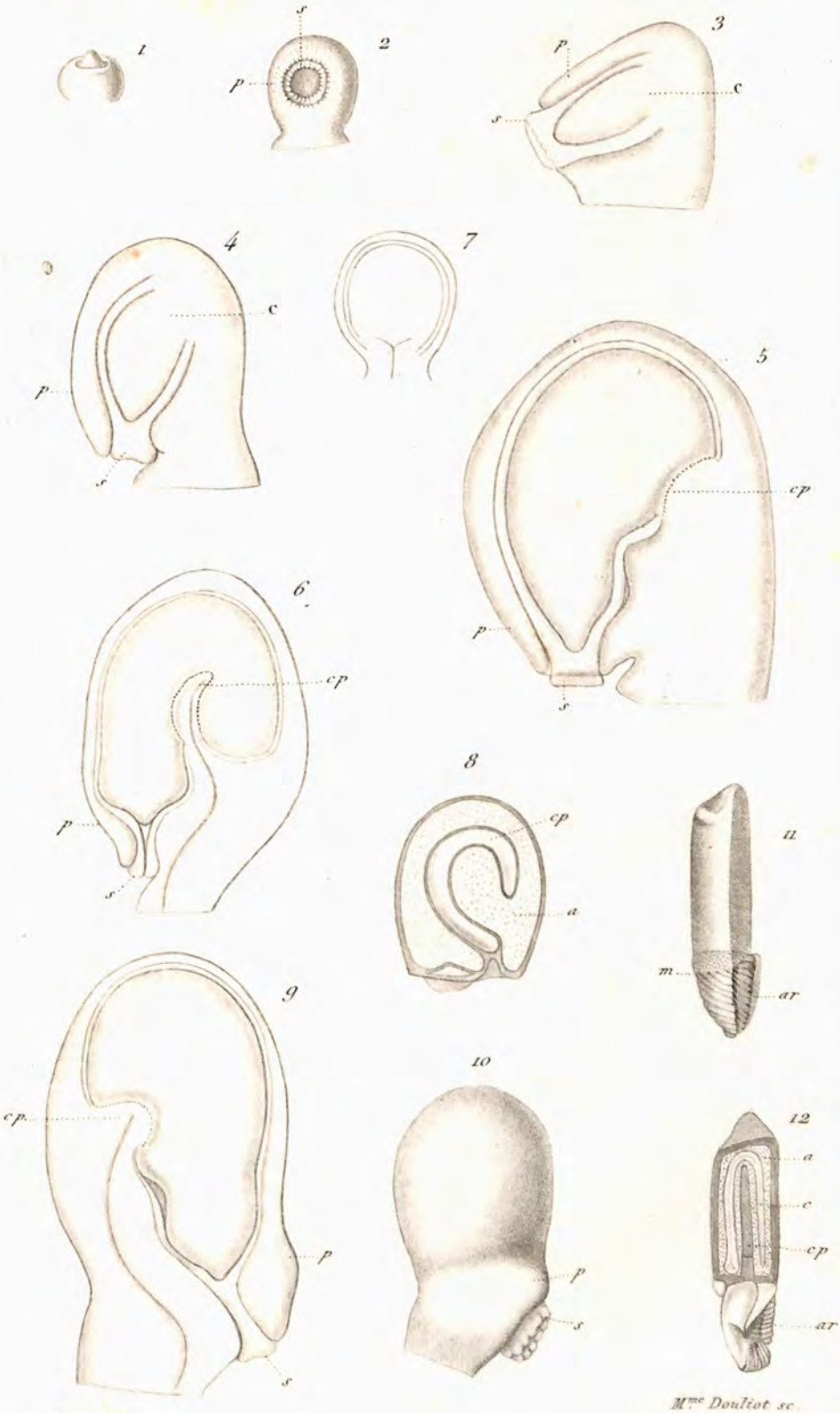
1 à 8. Développement et résorption de la fécule.
9. A, *Vaucheria*; B, fibres poreuses.
10. *Cœlebogyne ilicifolia*.
11. *Cœnogonium andinum*.
12. Poils et épiderme.
13. *Peronospora devastatrix* et *Cystopus*.
14. Germination du *Miltonia spectabilis*.
15 et 16 Guttifères-Clusiées.

FIN DE LA TABLE.



Auctor del.

Mme Douliot sc.



Auctor del. Mme Douliot sc.

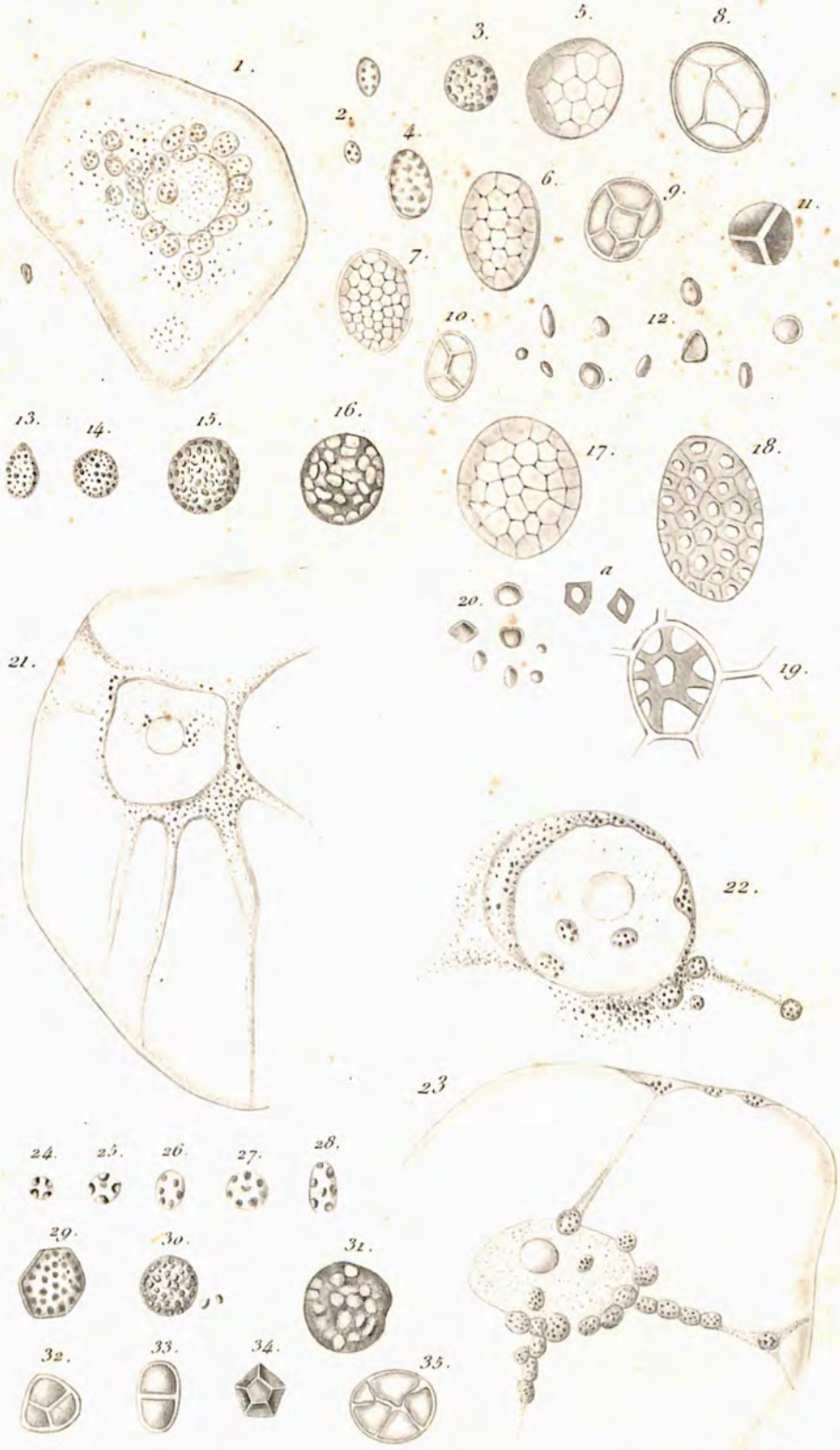
Canaux périspermiques dans les Marantées.

A. Gris ad cam. luc. del. Mme Douliot sc.

Développement et résorption de la Fécule.

A. Gris ad cam. luc. del. Mme Doulïot sc

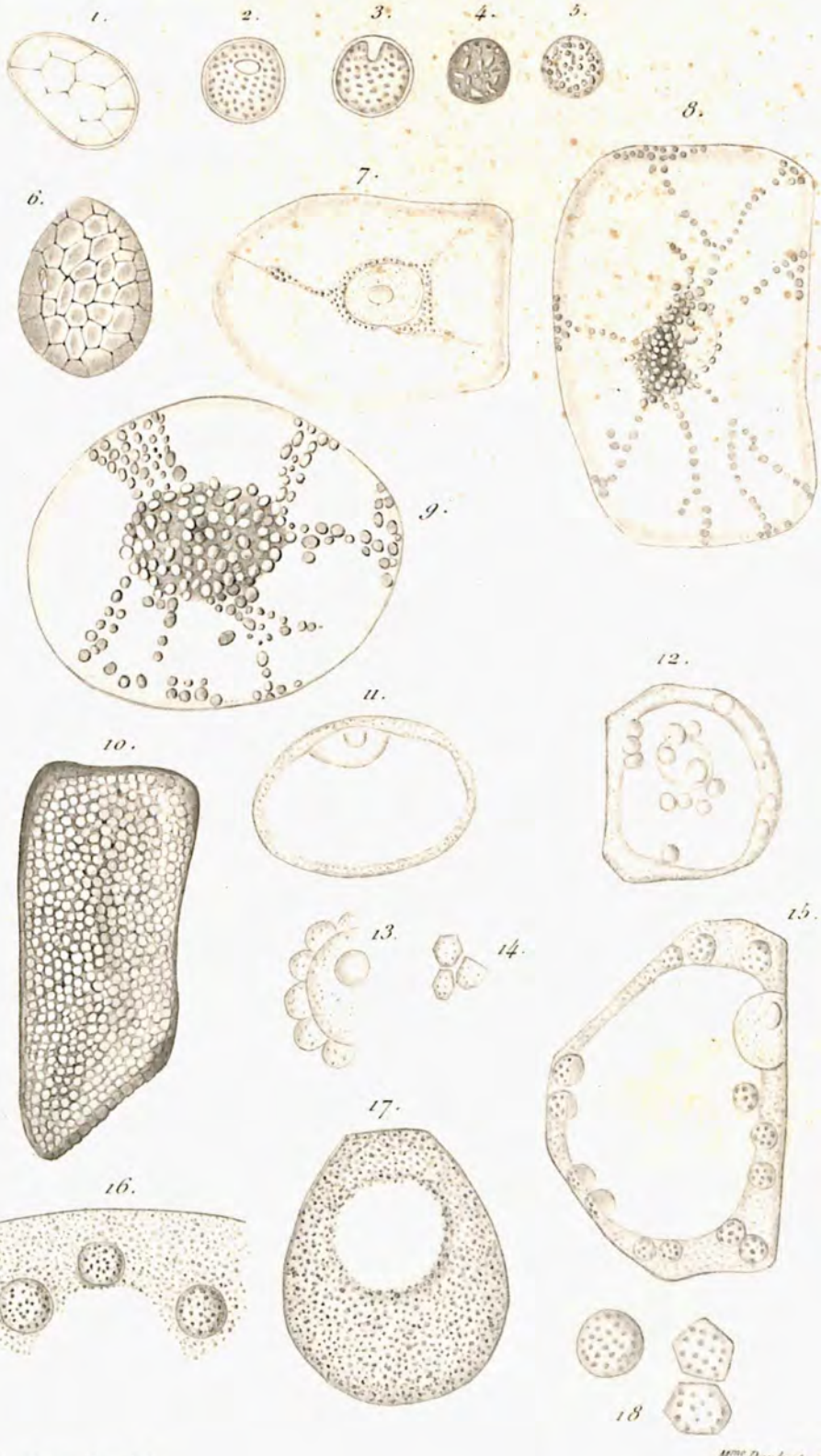
Développement et résorption de la Fécule.



A. Gris ad cam. luc. del.

M.me Doutiot sc.

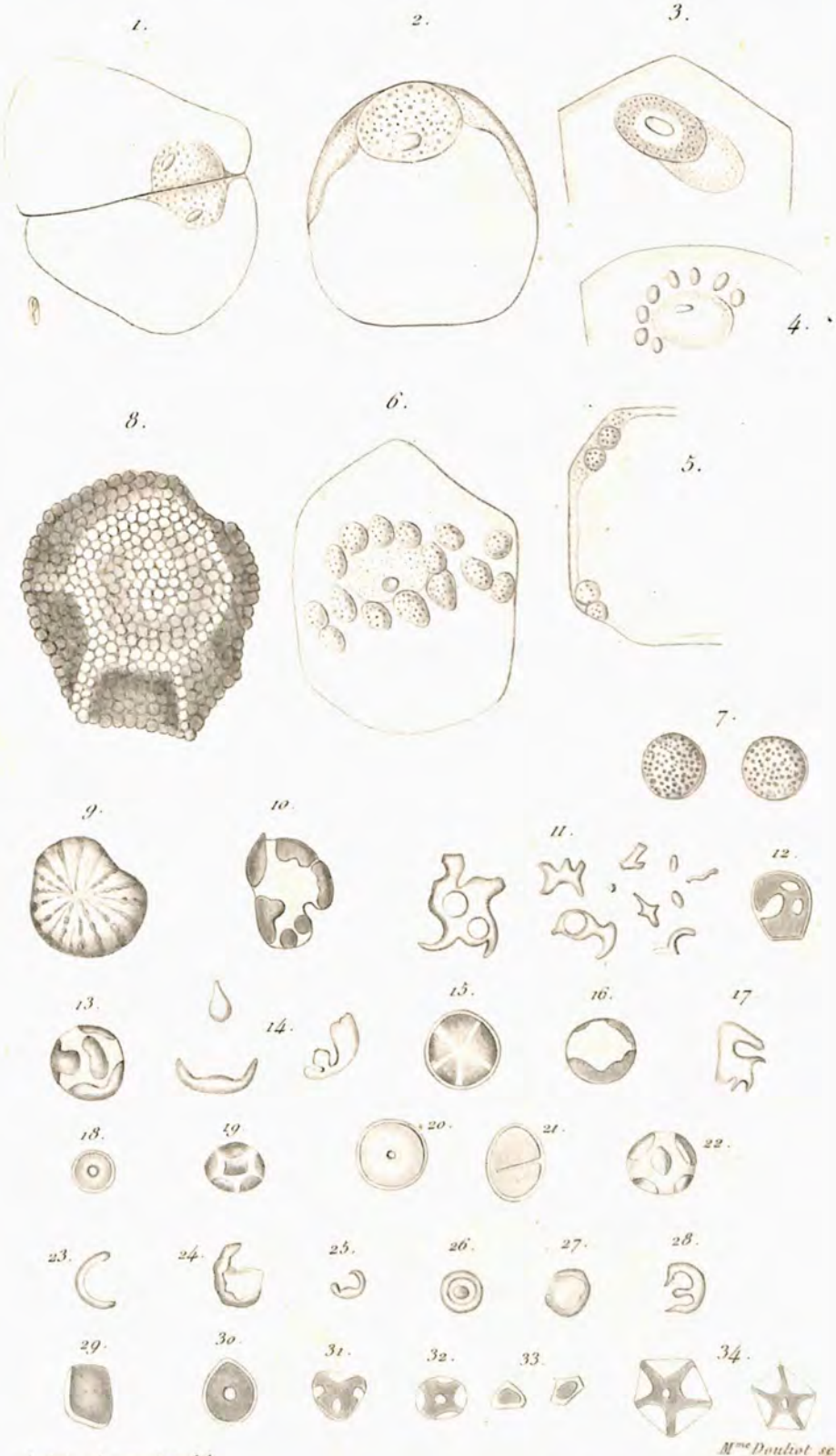
Développement et résorption de la fécule.



A. Giris ad cam. luc. del.

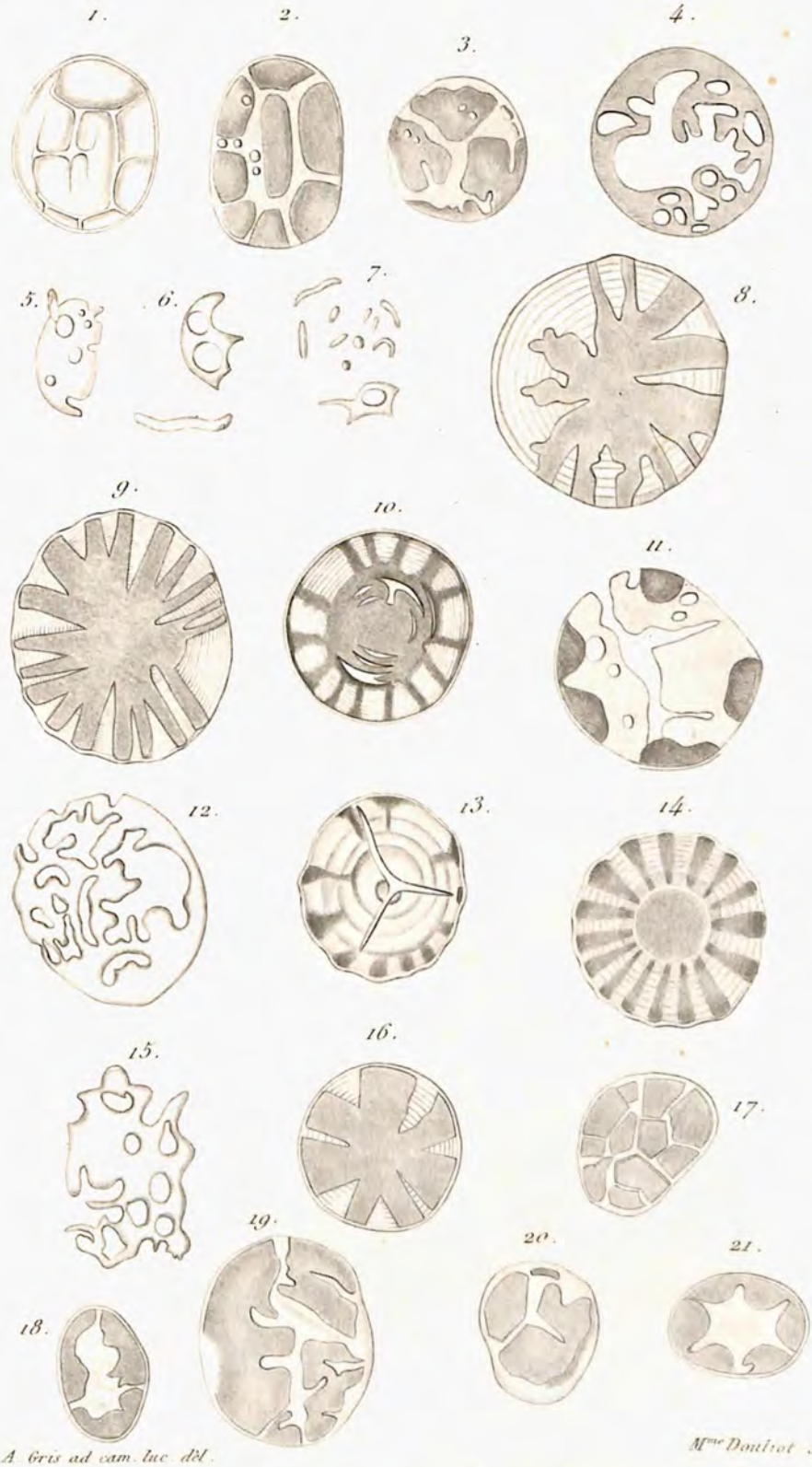
Mme Doulsot sc.

Développement et résorption de la fécule.



A. Gris ad cam. luc. del. Mme Douliot sc.

Développement et résorption de la Fécule.

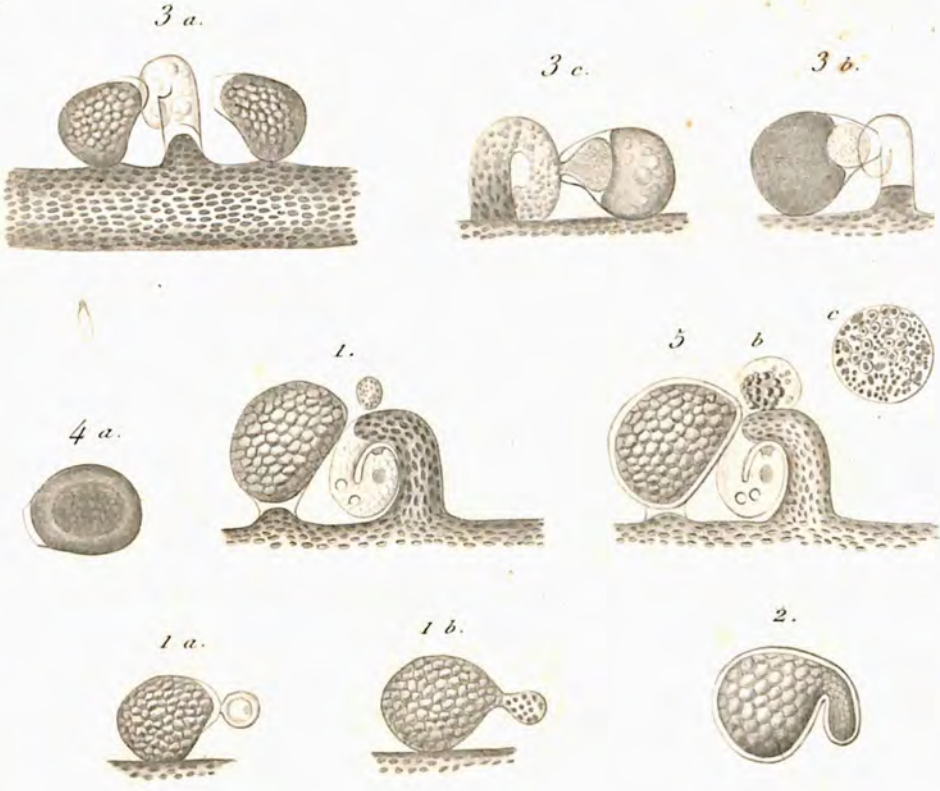


A. Gris ad cam. luc. dél.

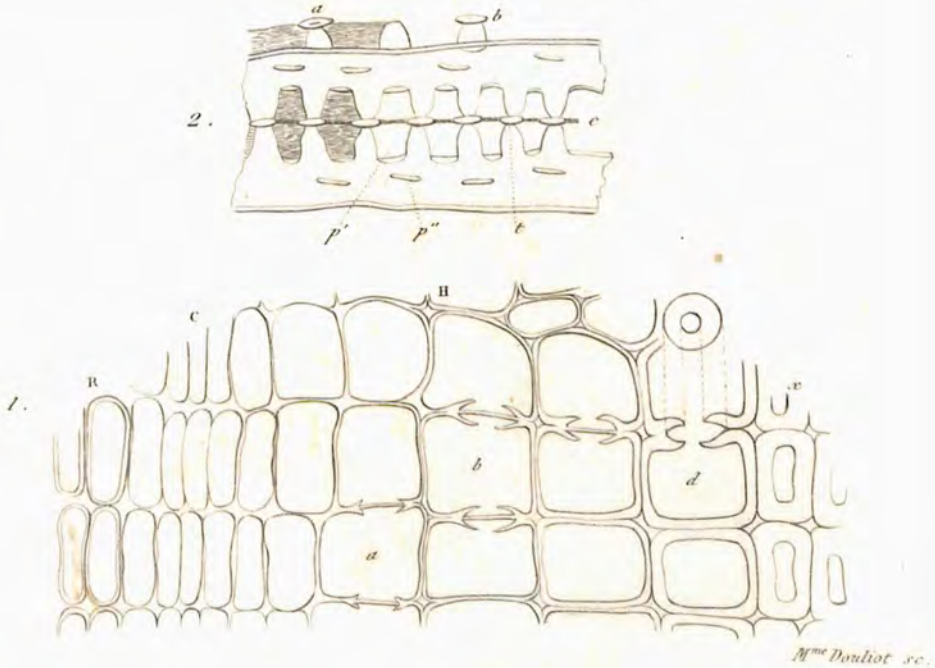
Mme Doutrot sc.

Développement et résorption de la Fécule.

A.



B.



Mme Douliot sc.

A. *Vaucheria*. B. *Fibres poreuses*.

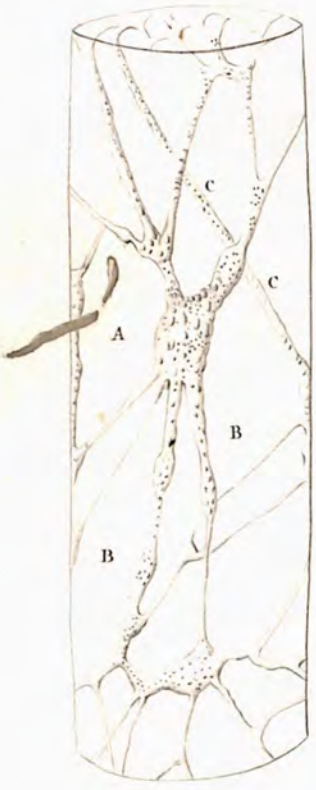
Caelebogyne ilicifolia Sm.

Hugo Treschel sc.

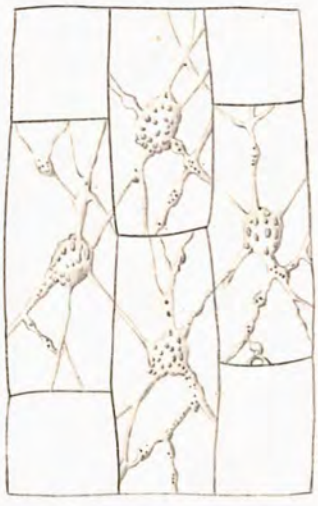
Coenogonium Andinum Krst

Hugo Treschel del. et sc.

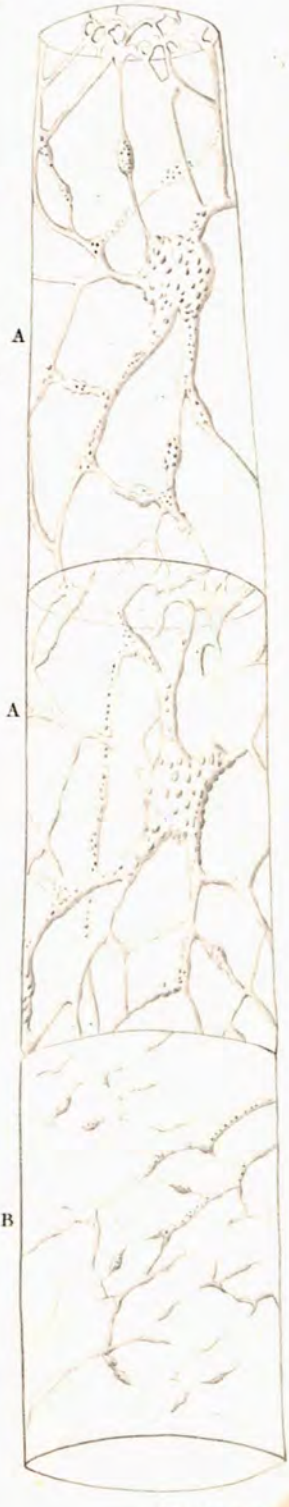
1.



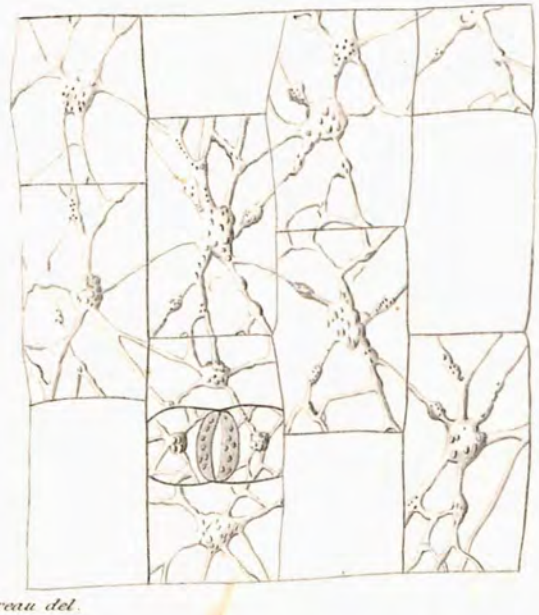
4.



2.



3.



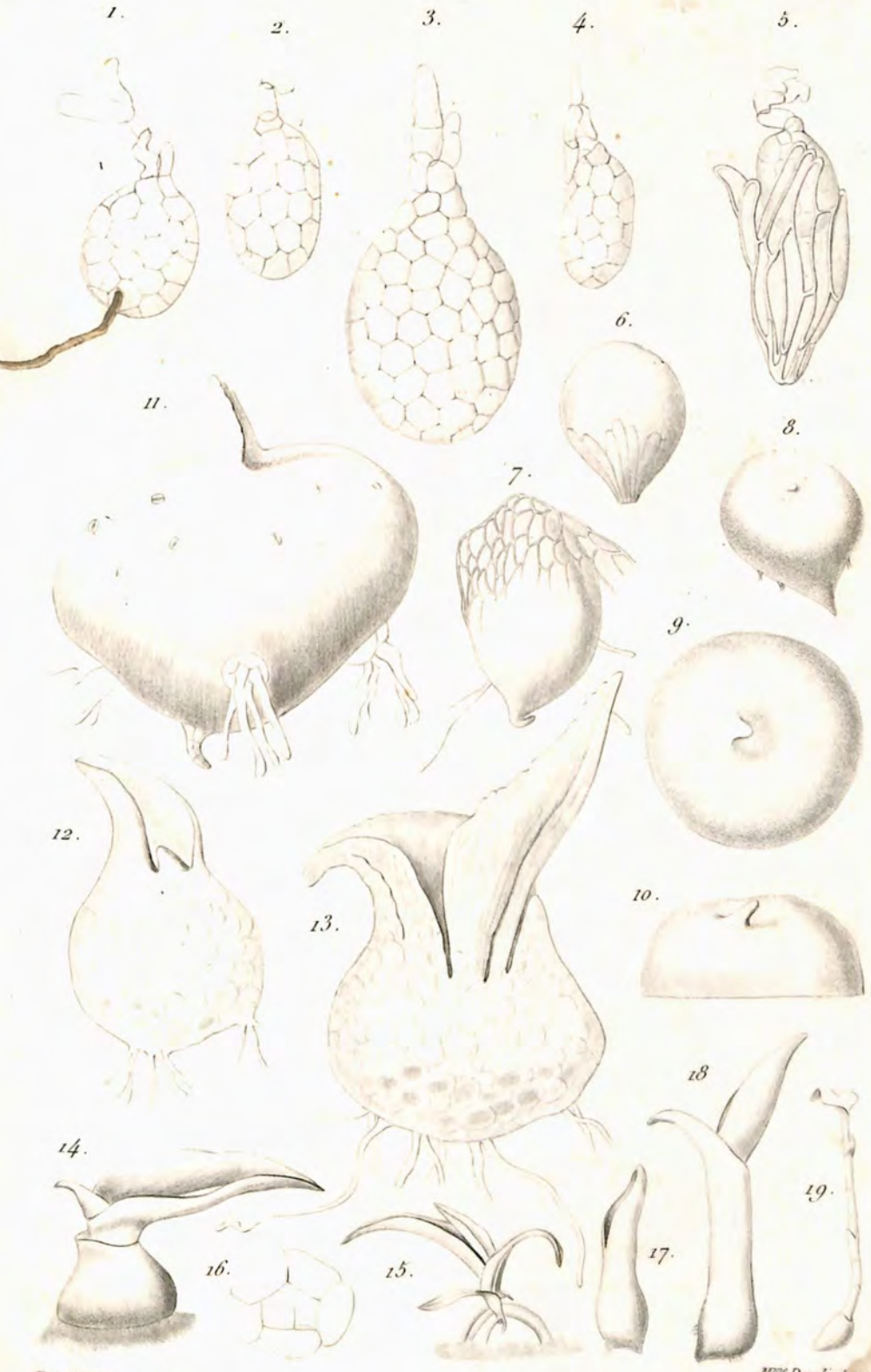
L. Garreau del.

Mme Douliot sc.

Poils et Epiderme.

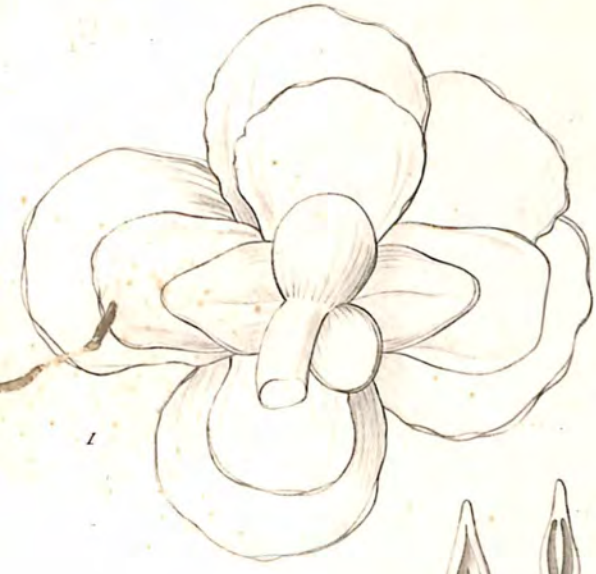
A. de B. del. Mme Douliot sc.

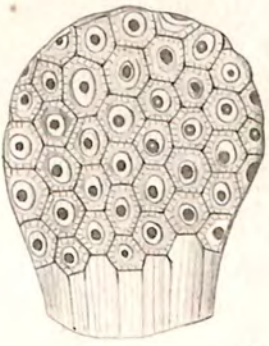
Peronospora devastatrix et Cystopus.



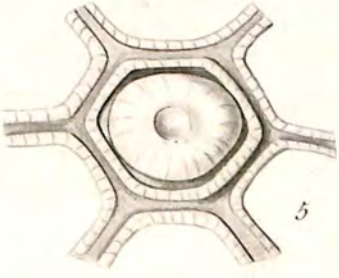
Ed. Prillieux del. Mme Doulot sc.

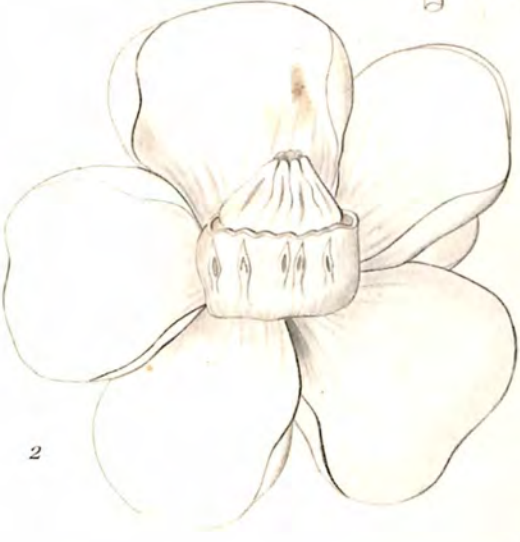
Germination du Miltonia, &c.


1


4

3


5


2

6

7

8

11

10

9

J.E.P. del.

Mme Vouliot sc.

J. E. P. del.

Mme Douliot sc.

00087775

Digitized with financial assistance from the
Government of Maharashtra
on 15 March, 2016